nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــريـة العـالـميــة للعـــلـوم

الاســـتفادة القصوى من الشمـــس

مواد كهربية حديدية تحصد الطيف المرئي صفحة 73

فيزياء

تعزيز طاقة المصادِم الهادروني الكبير

يتبادل الباحثون النتائج المدعَّمة؛ لاستبقائها متاحةً
صفحة 28

أخلاقيات البحث

ثلاث طرق للإبلاغ عن الاحتيال العلمي

مسارات أكثر فعالية، للإبلاغ عن الاشتباه في احتيال علمي
صفحة 30

جوائز

نوبل 2013

رؤية الخبراء للإنجازات التي كُرِّم أصحابها بجوائز نوبل في العلوم
صفحة 62

ARABICEDITION.NATURE.COM
يناير 2014 / السنة الثانية / العدد 16
ISSN 977-2314-55003

nature

يناير 2014 / السنة الثانية / العدد 16

تُنشر مجلة "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2014. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

في العلم.. مساحة كبيرة من عدم اليقين

تقول الحكمة إن لكل قاعدة استثناءات. والوصول إلى القواعد في العلم يعني الاقتراب من ثوابته اليقينية، وتعني أن الملاحظة أو الفرضية قد اختُبرت وثبتت؛ حتى صارت نظرية، وأن النظرية قد اختُبرت وثبتت؛ حتى صارت قانونًا أو قاعدة، لكنْ تبقى مساحة الفرضيّات أوسع من النظريات، والنظريات أوسع من القوانين، والقوانين أو القواعد لها استثناءات، ليبقى لكل قانون حيوده، ليكون كل قانون ليس خطًّا مستقيمًا، إذ تجعله الاستثناءات والحيود أقرب إلى القوس المائل الذي يطوف حول عين اليقين، ولا يبلغه.

والعوامل التي تجعل هناك مساحة كبيرة من عدم اليقين ـ بقدر ما هناك من «علم اليقين» ـ يسردها أحد مقالات قسم التعليقات في هذا العدد من *Nature* الطبعة العربية، بعنوان «عشرون ملاحظة لتفسير الادِّعاءات العلمية»، وهو المقال الذي يحاول كاتبوه أن يساعدوا صُنّاع القرار على الاقتراب أكثر من اليقين، والبعد عن مزالق «اليقين المزيَّف، أو المُدَّعى» الذي يريد بعض أهل العلم ترويجه.

بدايةً.. قرَّر كاتبو المقال أن «العِلْم يسعى ـ في معظم جوانبه ـ إلى اكتشاف أسباب وجود الأنماط التي نراها، فما الذي جعل هذا العَقد أكثر دفئًا من سابقه؟ ولماذا توجد طيورٌ أكثر في بعض المناطق، دون غيرها؟» وهنا.. تأتي الدراسات العلمية، لتحاول وَصْف الظواهر والأنماط، وتحليلها، وتفسيرها.

من هنا.. تأتي أهمية التنبيه إلى بعض المزالق، التي يتعلق كثيرٌ منها بالقياسات والبيانات الناتجة عنها، حيث يقرِّرون بدايةً أنه «لا توجد قياسات دقيقة»، وأنه «من الناحية العملية، تنطوي جميع القياسات على بعض الخطأ. وإذا تكرَّرت عملية القياس، يمكن للمرء أن يسجِّل نتيجةً مختلفة»، كما أنهم يحذِّرون أيضًا مِنْ أنّ "القياسات المتطرِّفة قد تكون مضلِّلة». وإضافة إلى ذلك.. يؤكدون على أن تَرَاجُع المتوسط الإحصائي (من قياس إلى آخر) قد يكون مضلِّلًا، إذ قد يكون نتيجةً للصدفة أو الخطأ، كما يؤكدون ـ فيما يخص القياسات ـ على أنه عادةً ما يكون المتوسط المأخوذ من عدد كبير من الملاحظات أكثرَ فائدة من المتوسط المأخوذ من عدد أصغر. وفيما يخص تفسير البيانات الناتجة عن القياسات، يؤكدون على أنه «من المفيد أنْ نفترض أنّ أحد الأنماط هو السبب في نمط آخر. ومع ذلك.. فقد يكون الارتباط مجرّد صدفة، أو قد يكون بسبب عامل ثالث»، كما أن «محاولة استقراء ما وراء البيانات أمرٌ محفوف بالمخاطر»، كما يؤكدون على أهمية الضوابط أو العيِّنات المعياريّة، ويُحَذِّرون من سوء فهم العامل الأساسي الذي يجري قياس تكراره، ويؤكدون على السعي «إلى التكرار المفيد، لا إلى التكرار المتماثِل الزائف»، كما ينبِّهون إلى "الفصل بين انعدام التأثير، وغياب الأهمية الإحصائية".

المزلق الآخر الذي ينبهون إليه يرتبط بـ«الانحياز»، الذي يؤكدون أنه أمر شائع، ومن ثَمّ فإن «المؤلِّفات العلمية تميل إلى إعطاء صورة مبالَغ فيها عن حجم المشكلات، أو فعالية الحلول»، كما أنهم يؤكدون على أن العلماء في النهاية بَشَرٌ، لهم مصالح، وقد يحدث منهم الإبلاغ الانتقائي عن النتائج، والمبالغة فيها أحيانًا، إذ يمكن «التنقيب بعُمْق عن البيانات، أو تنقيتها كالثمار». ومن الممكن كذلك إعداد الأدلة الإحصائية، وتهيئتها، أو إبرازها؛ لدعم إحدى وجهات النظر. وهنا.. تأتي مناسبة الحديث عن المزلق الثالث، المتعلق بالاحتيال العلمي، والذي يتناول أحد المقالات (في قسم التحقيقات) ثلاث طرق للكشف عنه، حيث «ازدادت حالات سحب الأوراق البحثية من الدوريّات عشرة أضعاف ما كانت عليه خلال العقد الماضي، مع انهيار دراسات عديدة في حالات بارزة لسوء السلوك البحثي، تتراوح بين الانتحال، والتلاعب بالصور، وتلفيق البيانات بشكل صريح».

هذه بعض العوامل التي تثير غبارًا من عدم اليقين أمام نتائج علمية تدعي أنها قد وصلت إلى «علم اليقين»، لكنّ ذلك لا يمنعنا من السعي في طريق العلم، أو يجعلنا ندَّعِي أنه لا حاجة بنا إلى إجراء التجارب، والبحوث، والدراسات، والاعتماد ـ بدلًا منها ـ على «الفهلوة»، أو على مبدأ «ما أُرِيكم إلّا ما أرى، وما أهديكم إلا سبيل الرشاد»، فمِمَّا لا شك فيه أنه «ليس مَنْ أراد الحقَّ فأخطأه كمَنْ أراد الباطلَ فأصابه»، فإدراكنا للمساحة الكبيرة لعدم اليقين وأسبابه لا يجب أن يدعونا إلى التوقف عن السعي في سبيل الوصول إليه.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

يناير 2014 / السنة الثانية / العدد 16

هــذا الشــهـــر

افتتاحيات

7 حياة المعمل
عدوّ الصالح العام
الجامعات بحاجة إلى مواجهة الضغوط التي تقوِّض دعم الباحثين الشباب

9 التعليم
رسائل مختصرة عن محاضرات
يذكِّرنا المقرر التعليمي في الفيزياء ـ الذي جذب إليه جيلًا بأكمله ـ بأنّ المعلمين بحاجة إلى الدعم



رؤية كونيّة

10 لسياسات أفضل.. راجِعُوا بناءً على الجودة، لا الكَمّ
«التقييمات العالمية بحاجة إلى تَبَنِّي عمليات جَمْع ومراجعة للمعلومات أكثر دقةً وتركيزًا» وليام ج. ساذرلاند

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية:
حِمْيَة صارمة لذبابة الفاكهة/ اكتشاف طفرات سرطان الثدي/ الطريق الوهمي يُخِيف الطيور/ علاقة ميكروبات الأمعاء بالتهاب المفاصل/ أدلة انقراض في غازات الحِمَم البركانيّة/ تخزين الطاقة في ألياف مطّاطة/ تشريح اختفاء جَرْف جليدي/ حصان البحر يستخدم رأسه لِيَتَوَارَى

ثلاثون يومًا

16 موجز الأنباء
غازات مُسبِّبة للاحتباس الحراري/ إطلاق مستشعِر للطاقة الشمسية/ إتاحة الوصول للجينوم/ حِراك محاصيل معدَّلة وراثيًّا/ الصيد بشِبَاك الجَرّ في أعماق البحار/ قواعد تنظيم الوقود الحيوي/ مُرَكّبات براءات اختراع عِلْم الكيمياء في انخفاض

مهن علمية

84 عمل ميداني
روعة العمل الميداني
تتيح محطات البحث الميدانية مرافق متطورة، وفرصًا لإجراء أبحاث علمية على نطاق واسع

أخبــار في دائرة الضـوء

20 سياسة
علماء الاجتماع يتصدون بقوة للقواعد المنظِّمة للمِنَح الدراسية



21 علم البيئة
انقسام العلماء حول طريقة مقترَحَة للحفاظ على الأُسُود

23 فيزياء الجُسَيْمات
الفيزيائيون يخططون لبناء مصادِم هادرونات أكبر

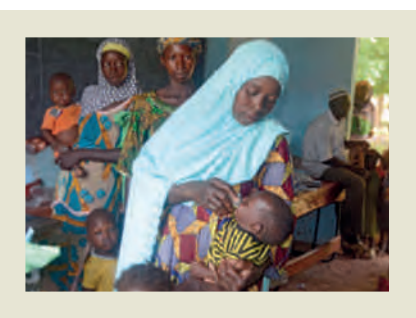
24 الكوارث الطبيعية
مخاطر إجراء الأبحاث في مناطق إعصار هايان

25 تاريخ العلوم
متاحف تبحث عن أجهزة علم الجينوم العتيقة

27 نشر
مسودات الأبحاث العلمية متاحة للنشر

تحقيقات

37 علم المواد
سعيًا وراء الكربون الفائق
خصائص الجرافين المبهرة تَعِدُ بثورة تكنولوجية، لكنها تحتاج إلى مليار يورو



الملاريا

سبـاق ضـدّ المقـاومة

ربما تستطيع عدة دول أفريقية توجيه ضربة قوية ضد الملاريا بالتضحية بفعالية بعض الأدوية القديمة، فهل ستتمكن من تحقيق هذا؟ صفحة 34

تعليقات

43 تكنولوجيا
تبادُل البيانات بين علماء المواد
بعد عامين من إطلاق المبادرة الأمريكية لجينوم المواد، يوضّح خمسة خبراء أنّ علماء المواد ما زالوا في حاجة إلى العمل بشكل أكثر ابتكارًا

45 سياسة
عشرون ملاحظة لتفسير الادِّعاءات العلمية
تساعد القائمةُ غيرَ العلماء على طرح الاستفسارات على مستشاريهم، وعلى فَهْم محدوديّة الأدلّة، وفقًا لكلٍّ من وِليام ج. سذَرلاند، وديفيد شبيجلهالتر، ومارك أ. برجمان

كتب وفنون

48 س وج
عالِم ركوب الأمواج
حوار مع المؤرخ «بيتر وِيستويك» حول التاريخ العلمي لركوب الأمواج الذي دَوَّنَه في «العالَم في مَوْجَة»

49 علم الطيور
أجنحة باتساع العالم
تَصَفُّح أحد المصنّفات الشهيرة في علم الطيور، التي أصبحت متاحة على شبكة الإنترنت

مراسلات

52 التأثير.. أَخْذ التحكيم العلمي في الاعتبار/ المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت/ فشل المصل المضاد لمرض السل كان متوقَّعًا/ تدوير المخلفات؛ لتخصيب التربة

تأبين

54 جورج هِربيج (1920-2013)
بو رايبورث

مستقبليات

88 دورك يبدأ... الآن
ماريسا لِينجِن



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يناير 2014 / السنة الثانية / العدد 16

أبحاث

أنباء وآراء

56 علم البيئة **تسرُّب من الحلقة**
تغيُّر طبيعة التغذية العكسية في مناطق الغابات التي غزتها أعشاب غريبة
كاثرين ن. سَدِنج

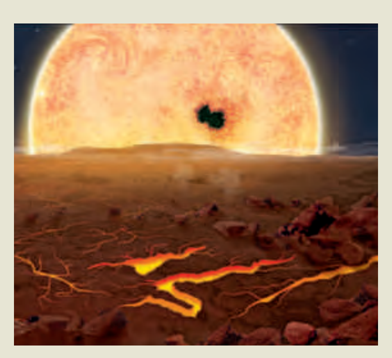
57 الفيزياء التطبيقية **سلوك عشوائي لليزر تسلسلي**
مصفوفة عشوائية من الثقوب تطلق إشعاع ليزر بمنتصف نطاق الأشعة تحت الحمراء
هوي تساو، وستافورد و. شيهان

58 فيروس العوز المناعي البشري **الأجسام المضادة تدفع للبحث عن علاج لفيروس الإيدز**
تحديد أجسام مضادة وحيدة النسيلة، بإمكانها تثبيط تكاثر الفيروسات بصورة فعّالة
لويس ج. بيكر، وستيفن ج. ديكس

60 ميكانيكا النبات الحيوية **الطحالب المتينة**
أبحاث على نوع من الطحالب تبيِّن أن التراكيب المفصلية للطحلب توفر مقاومة للإنهاك
إيمِلي كارينجتون

61 أنظمة حيوية **كيف تختار البكتيريا أسلوب حياتها**
هناك خلايا بكتيرية تظل وحيدة ومتحركة، في حين يستقر بعضها ويُشكِّل سلاسل
جيمس سي. دَبليو. لوك

FELICE MACERA



كواكب خارج المنظومة الشمسية
أرض جهنميّة
العالَم الجهنمي الذي يتصف به كوكب كِبلر 78ب، الذي يدور حول نجم شبيه بالشمس.
صفحة 55



على الغلاف
متتبِّع الشمس
رسم لبلورة متأكسدة تولّد تيارًا كهربيًّا من الضوء الوارد إليها. ومعظم المواد الكهربية الحديدية تمتلك فجوات نطاق إلكترونية واسعة، وتمتص الفوتونات عالية الطاقة فقط. وحاليًا، هناك أكسيد بيروفسكيت جديد تمَّت هندسته كيميائيًّا، يحقِّق لنا الامتصاص وتوليد التيار الضوئي عبر الطيف الشمسي بالضبط. صفحة 73

ملخصات الأبحاث

67 بعض البحوث المنشورة في عدد **14 نوفمبر 2013**

علم الفلك **انفجار جوي في تشليابنسك**
J Borovička *et al*

الفيزياء **الاستعداد لعصر الفونونيّات**
Martin Maldovan

الطب التجددي **الخلايا الظهارية تعود قاعدية بالجسم الحي**
P Tata *et al*

الوراثة **محفِّز التضفير في السبلايسيوسوم**
S Fica *et al*

الجيولوجيا **مياه محفوظة من محيط طباشيري**
W Sanford *et al*

70 بعض البحوث المنشورة في عدد **21 نوفمبر 2013**

علوم البيئة **ثاني أكسيد الكربون ينتقل بواسطة المياه الداخلية**
P Raymond *et al*

علم الأجنة **آليّات النموّ الجنيني باستحثاث تعدُّد القدرات**
M Lee *et al*

البيولوجيا الجزيئية **مضاد حيوي يقتل الخلايا الصّامِدَة**
B Conlon *et al*

علم الفلك **تشبه الأرض.. لكنها أكثر سخونة!**
F Pepe *et al*

علم الإنسان **حجم المجموعة البشرية يؤثر على الإرث الثقافي**
M Derex *et al*

73 بعض البحوث المنشورة في عدد **28 نوفمبر 2013**

البيولوجيا الخلوية **مصير الخلية يحدِّده إيقاع الساعة**
T Norman *et al*

الوراثة **التباين الوراثي، والترانسكريبتوم**
S Heinz *et al*

البيولوجيا الجزيئية **جزيء صغير له نشاط مضاد للسُّكّري**
M Okada-Iwabu *et al*

الفيزياء الفلكية **طاقة تراكم لمصدر أشعة سِينيّة فائقة الإضاءة**
J Liu *et al*

الفيزياء **مواد جديدة للإلكترونيات المحوريّة**
M Warner *et al*

76 بعض البحوث المنشورة في عدد **5 ديسمبر 2013**

البيولوجيا البنيويّة **بِنًى مفتوحة ومغلقة لقناة أيون TRP**
M Liao *et al*

الفيزياء الفلكية **أول ضوء من مُفَجِّر أشعة جاما**
C Mundell *et al*

علوم الكواكب **مفاجآت مُخَزَّنَة على كويكب فيستا**
E Ammannito *et al*

علوم الأرض **منشأ انفصال طبقات «مُوهُو»**
O Jagoutz *et al*

الوراثة **الاختلاف الوراثي، ونشوء الأنواع**
R Corbett-Detig *et al*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر



افتتاحيات

رؤيــة عالميــة الإثارة في استكشاف الفضاء من الثوابت العالمية **ص. 11**

سلوك الحيوان أصوات المرور على الطريق الوهمي تخيف الطيور **ص. 13**

علم العقاقير المُسَكِّنات تزيل الآثار السيئة للمخدرات **ص. 14**

تدابيــــر وقــائيّــة

بإمكان الحملات الأفريقية الكبرى التي تستهدف الملاريا والإيدز مساعدة الملايين، لكن علينا ألا ننسى المخاوف الكبرى حيال آثارها طويلة المدى.

شارك أكثر من مليون طفل ـ يتمتعون بصحة جيدة في أفريقيا ـ في مبادرة جريئة هذا العام عندما تلقَّوا أدوية مضادة للملاريا أثناء الموسم المطير. وهناك أمل في احتمال أن تساعدهم الجرعات الوقائية ـ التي سيتلقّونها خلال أشهر متتابعة ـ في التغلب على مرض يقتل 600،000 شخص في أفريقيا بأكملها كل سنة. وفي الوقت نفسه، تقوم حملات صحية في 14 دولة في شرق وجنوب أفريقيا بختان ملايين الرجال؛ في محاولة لإيقاف انتشار مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)، الذي يُعْدي أكثر من ربع السكان الواقعة أعمارهم بين 15 و49 عامًا في بعض هذه الدول. وبإمكان جهود مكافحة الملاريا والإيدز التغلب على اثنين من أكثر الآفات الصحية عنادًا، لكن لن يحدث هذا إلّا في حالة استفادة المموِّلين والمنظِّمين من دروس إخفاقات الماضي.

نشرت دوريّة *Nature* في شهر نوفمبر الماضي تقريرَين ميدانيّين، تمت كتابتهما بواسطة مراسلين سافروا إلى أفريقيا؛ لدراسة فوائد هذه الحملات الصحية، وكذلك دراسة المخاوف التي نشأت بخصوصها. وفيما يتعلق بجهود مكافحة الملاريا، تمثلت إحدى نقاط القلق الكبرى في أن إعطاء أدوية للأطفال سيؤدي إلى انتشار أنواع الملاريا المقاومة، مما يسرع من جعل الأدوية غير فعالة. وقد حدث ذلك في الخمسينات والستينات، عندما أجرى الأطباء تجارب وقاية ضد الملاريا في أفريقيا وأمريكا الجنوبية. هذا.. وتستند الحملة الحالية إلى التجارب التي بدأت عام 2002، واتخذت خطوات لتجنُّب نشر مقاومة الأدوية الرئيسة، من خلال توفير مجموعة متنوعة من الأدوية القديمة المضادة للملاريا، وإجراء ذلك خلال الموسم المطير فقط.

مع ذلك.. لا يُعدّ النجاح الذي تم تحقيقه في التجارب الإكلينيكية مضمونًا، حيث تم توسعة البرنامج؛ ليشمل أكثر من 20 مليون طفل في أجزاء مختلفة من أفريقيا. فقد بدأت ست دول إعطاء الأدوية المضادة للملاريا هذا العام، لكنها لم تعالِج سوى جزء ضئيل من المستهدَفين، بسبب مشكلات في التمويل والتنظيم. ويؤدي هذا الأمر إلى زيادة المخاوف حيال عدم اضطلاع البرامج بجهود المتابعة الإضافية المطلوبة؛ لضمان النجاح. لذا.. يجب توفير التمويل لتتبُّع ما إذا كانت حملة الوقاية واسعة النطاق تخفِّض عدد حالات الملاريا ـ كما هو مأمول ـ أم لا، ولضمان عدم انتشار أنواع الطفيليات المقاومة بشكل أسرع من المتوقع. هذا.. وتتمثل المشكلة في قلة اهتمام الممولين بدعم دراسات المتابعة، مقارنةً باهتمامهم باختبار الأفكار، والقيام بالتدخل علاجيًّا. وقد كانت المتابعة نقطة ضعف لمدة طويلة في مكافحة الملاريا، إذ لا تكتشف الرقابة العالمية سوى 10% من حالات الملاريا العالمية التي يتم التنبؤ بها كل سنة.

في حملة الختان، أظهرت عدة تجارب أن هذه العملية تخفض احتمال نقل الإيدز من النساء إلى الرجال بنسبة كبيرة، قدرها 50-60%. ويُعدّ مستوى الحماية هذا كبيرًا للغاية، لدرجة جعلت منظمات المساعدة العالمية والأمم المتحدة والدول المانحة تضخ أكثر من 100 مليون دولار أمريكي في الحملات التي تستهدف ختان 20 مليون رجل في 14 دولة مستهدَفة بحلول عام 2015. وهناك قلق يساور بعض الباحثين مِنْ ألّا تثمر البرامجُ الضخمةُ الفوائدَ نفسها التي أسفرت عنها التجارب الصغيرة والمكثفة. وتمثِّل الرسالة التي يتلقاها الرجال والنساء عن فاعلية هذه العملية مصدر قلق كبير. فقد قام منظمو الحملة بجهود إعلانية هائلة؛ لتشجيع المزيد لقبول الختان. ففي زامبيا، أشارت اللوحات الإعلانية إلى أن الرجل المختون هو «رجل يهتم بغيره»، وفي تنزانيا، تقول الإعلانات إنّ هذا الرجل «أكثر رجولة بـ60%».

وقد نجحت الإعلانات في جعل ملايين الرجال يأتون إلى العيادات، لكن الرسالة أدّت إلى تضاربٍ أيضًا.. حيث افترضت نساء كثيرات في العديد من الدول المستهدفة أنّ الختان يساعد في حمايتهن من الإصابة بعدوى مرض الإيدز، ومن ثم كُنّ يعتقدن أن الواقي الذكري أصبح أقل ضرورة مما كان عليه قبل الختان، وهذا افتراض غير صحيح. وقد أظهرت دراسات عديدة أن الرجال يبالغون في تقدير كمّ الحماية الذي يحصلون عليه من خلال الختان. وفي تنزانيا، كان يتم فهم عبارة «أكثر رجولة بـ60%» على أن الرجل المختون سيحصل على المزيد من شركاء العلاقات الجنسية. وليست هذه ـ بطبيعة الحال ـ هي الرسالة التي ستخفض من انتقال مرض الإيدز.

> **«تتمثل المشكلة في قلة اهتمام المموّلين بدعم دراسات المتابعة».**

أثناء التجارب الأولية، اتخذت العيادات خطوات؛ لتجنُّب التضارب، من خلال توفير استشارة أساسية حول مخاطر الختان ومكاسبه، قبل العملية وبعدها. وفي زيارات متابعة دورية، تَلَقَّى الرجال اختبارات وعلاجًا للإيدز ولأمراض معدية أخرى عديدة، تنتقل عن طريق العلاقة الجنسية، لكنْ في الحملة الموسّعة، لم يُجْرِ موفِّرو الختان سوى جلسة استشارية واحدة ذات صلة بالعملية، وجلسة أخرى مشتملة على اختبار الإصابة بالإيدز. هذا.. ويقول الباحثون السلوكيُّون إن الرجال يتطلبون المزيد من الاستشارة، وإنه على منظِّمي هذه الحملة أن يوجِّهوا المعلومات باتجاه النساء أيضًا؛ لإزالة سوء الفهم.

ومثلما هو الأمر بالنسبة إلى أدوية الملاريا الوقائية، يجب إجراء مراقبة كافية أيضًا؛ لتتبُّع ما إذا كان الختان فعّالاً في خفض نقل الإيدز، أم لا، مثلما ثبت فعاليته أثناء التجارب الصغيرة. هذا.. وقد كانت النتائج الأولية على فعاليته إيجابية. وإنها لأخبار جيدة للملايين من الرجال والنساء في أفريقيا. ■

عدوّ الصالح العام

إنّ الجامعات بحاجة إلى مواجهة الضغوط التي تقوض دعم الباحثين الشباب.

مَنْ هُم الموجِّهون المذهِلون للباحثين الشباب؟ منذ عام 2005، منحت دوريّة *Nature* جائزة سنوية للتوجيه العلمي، تلك الجائزة التي يتم منحها بالتناوب عبر الدول. وعلى مر السنين، اتضحت بعض السمات الرئيسة الثابتة لدى رؤساء المعامل ـ بغض النظر عن الدولة والنظام العلمي ـ المبشِّرة بالخير للعلماء الشباب الواقعين تحت إشرافهم. يميل الموجهون البارزون إلى التحكُّم الدقيق في مجال بحثهم، ويمكن لأعضاء معاملهم الوصول إليهم بسهولة تامة. ويمكنهم كذلك التعامل مع الأفراد بطريقة خاصة تناسب سمات كل فرد. كما يعرفون كيفية موازنة الدعم، من خلال تغذية الإبداع المستقل، وقدرات حل المشكلات، والنزاهة، والمبادرة (انظر: *Nature* **447**, 791–797; 2007).

لا يُعَدّ الفائزون هذا العام استثناءً لتلك القاعدة.. فقد تم عقد المنافسة في إيطاليا، وتم منح الجوائز لعالِمة الأحياء العصبية، ميشيلّا ماتّيولي، وعالِم الفيزياء النظرية، جيورجيو باريزي، وعالِم الكيمياء فينشِنزو بالزاني. وتلقَّوا جميعهم شهادات تَمَيُّز من متدربيهم السابقين. على سبيل المثال.. تم توضيح سبب نجاح أحد الموجّهين بأنه صاحب «استثمار عاطفي وعلمي كامل» في الذين يوجههم، والذين انهمكوا بدورهم «في تقديم أفضل ما لديهم؛ لرد الجميل بسبب هذا الإيمان بهم».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كان مستوى الالتزام بالتوجيه هذا غير عادي. فكثيرًا ما كان الفرد يقابل باحثين من الشباب، لم يمروا بتجربة كهذه، على الرغم من عملهم في مؤسسات رفيعة الشأن. نعم، قد تؤدي طريقة «اعتمِدْ على نفسك، أو واجِه الفشل» إلى التكيُّف والمرونة، لكن التوجيه الصحيح بإمكانه حماية النزاهة العلمية، بكل ما للكلمة من معنى. إن التوجيه يمكِّن الباحثين الشباب من تطوير طريقة نقدية للتعامل مع أفكارهم وبياناتهم الخاصة، والحفاظ على المهنيّة عبر استخدام أساليب وتحليلات متينة. كما يساعد التوجيه في تأسيس ثقافة الشفافية في السماح للآخرين للوصول إلى البيانات الأولية، ويعطي شعورًا باهتمام المسؤول البالغ بمصالح الباحث، كما يمكنه المساعدة في تخفيف ضغوط النشر. وعلى الجامعات واجبٌ؛ لضمان انتشار هذه الثقافة، بالإضافة إلى ضمان عدم إهدار المال العام والخاص على الأبحاث الغامضة وغير الناضجة.

إن الضغوط التي يواجهها رؤساء المعامل الشباب ضخمة، وبالتحديد في أيامنا هذه. فكثيرًا ما توضح المواجهات في بواكير المهنة مع المدققين الرئيسين أنهم يجب أن يحدِّدوا بدقة نقطة بحثهم؛ لينجحوا. ويُحتمل أن يكونوا سببًا في زيادة الضغوط، بسبب التنافسية العالية، أو المطالب المتوقَّعة من الجامعة ولجان وكالة التمويل. وبشكل نموذجي، يكون المدققون الرئيسون حَسَنِي النية تجاه زملائهم الأصغر، ولكنهم يشعرون بالتزامٍ لإنجاز نتائج قوية في السنوات القليلة الأولى لمَعَاملهم؛ للحصول على التمويل أو التثبيت. لذا.. يُحتمل أن يشعروا كثيرًا بعدم توفُّر الوقت الكافي للاستثمار في توجيه فرق عملهم، أو قد يقرروا ببساطة أنهم لا يمكنهم التهاون مع الأشخاص سيِّئي الأداء في مَعَامِلهم.

قد تؤدي قلة الاهتمام بدعم الأفراد إلى تفاقم نمط آخر ضار.. فسَعْي المزيد من الأشخاص إلى العمل في مهن بديلة خلال إعدادهم للدكتوراة ـ بسبب الصعوبات المتزايدة في المجال الأكاديمي ـ قد يؤدي إلى فقدانهم الدافع لتحسين أدائهم، وتحقيق قدراتهم البحثية الكاملة. وعلى الرغم من ذلك.. نجد المدقق الرئيس في حاجة إلى الأوراق البحثية لهؤلاء الطلاب؛ كي يحصل على التثبيت.

يمكن معالجة هذه المشكلات بطريقتين: طريقة من أسفل إلى أعلى، وذلك من خلال عزم أكيد من جانب رؤساء المعامل الشباب على أن يكونوا رؤساء مسؤولين، وطريقة أهمّ.. من أعلى إلى أسفل، من جانب رؤساء الجامعات والأقسام؛ ليقدموا معزِّزات للاضطلاع الكامل بالمسؤولية. يجب أن يَنظر هؤلاء الرؤساء إلى الفائزين بجوائز توجيه «نيتشر»، ويسألوا أنفسهم: «هل تُنمِّي مؤسستي مثل هذا السلوك، أم تعوِّقه؟». ■

حديقة الحيـوانات الجديدة

رُغم الخلاف الدائر، ينبغي الترحيب بالتغييرات التي أُجريت على التسميات العالمية للحيوانات.

استغرق التغيير الذي حل العام الماضي، والذي سمح لعلماء الحيوان بتسمية الأنواع الجديدة في الدوريات الأكاديمية المتاحة فقط عبر الإنترنت، وقتًا طويلًا. ومن ثم، لم يكن من قبيل المفاجأة أن يستمر الخلاف، وأن تعلو نبرته. إنّ الناشرين ـ ومن بينهم ناشرو هذه الدوريّة ـ يدركون تمامًا حجم التعقيدات التي تواجه عمليات التسمية وإطلاق المصطلحات، تمامًا كَوَعْيِهم بالاحتمالات والمشكلات والعقبات التي تؤثر على عمليات التسمية في حقبة زمنيّة تشهد تغيرات متلاحقة وسريعة. فالتحول الراهن من وسائل الإعلام المطبوعة إلى الإلكترونية (بالرغم من أن الوقت لا يزال مبكرًا للحكم عليها) يؤثر تأثيرًا كبيرًا على انتشار المعلومات، تمامًا مثلما حدث مع ابتكار الصحافة المطبوعة، ومن ثم يمكن تفهُّم مشاعر القلق التي ربما تنتاب هؤلاء الذين اعتادوا على وسائل النشر التقليدية.

وقد كان هذا القلق حافزًا لبعض المتخصصين في مجال تصنيف الحيوانات؛ للتعبير عن مخاوفهم في الوسائل المطبوعة. ففي أحد الأوراق البحثية المنشورة بـ "زوتاكسا" *Zootaxa* (A. Dubois *et al*. *Zootaxa* **375**, 1–94; 2013) عبّر مجموعة من العلماء المتذمرين عن موقفهم المناهِض للتغيير الأخير الذي أجرته اللجنة الدولية لتسمية الحيوانات (ICZN) في المدونة العالمية لتسمية الحيوانات. وفيما يبدو.. تتعلق حُجة هذه المجموعة بالفنِّيّات التي ربما تقوم من خلالها بعض نماذج النشر بجَعْل بعض التسميات «غير متاحة» على الإنترنت، أي لا تتمتع بصلاحية التصنيف. وإذا كان الأمر كذلك، فعلى اللجنة الدولية لتسمية الحيوانات أن تأخذ هذه المخاوف مأخذ الجد، وأنْ تضع تصورًا لتعديل العُرف؛ للتأكد من وضوح بنودها، وخُلُوِّها من أيِّ تناقضات. وإذا كنا بصدد إصدار طبعة جديدة من هذا المدونة العالمية لتسمية الحيوانات في عام 2018، فإن الوقت ما زال كافيًا للتفكير بجدية في هذا الشأن.

ورغم ذلك.. فإننا ما زلنا بحاجة إلى ما وراء الاهتمام النزيه بالأمانة العلمية، الذي نطبقه فعليًّا الآن. فالقارئ التقليدي للورقة البحثية المنشورة في زوتاكسا (وليس معنى ذلك أن هناك قراء من نوعية معينة لورقة بحثية مكوَّنة من 94 صفحة عن التفاصيل الدقيقة لأعراف التسمية بالطبع) ربما يَخْلُص بصورة منطقية إلى أنّ لدى المؤلفين ما يجعلهم يجأرون بالشكوى. والأسباب الخمسة لذلك التذمر هي: الدرجة العالية للاقتباس التلقائي بدورية «زوتاكسا»، والتسليم بأن بعض المؤلفين اتخذوا موقفًا رافضًا للتعديلات التي أجرتها اللجنة الدولية لتسمية الحيوانات؛ وأن لديهم شعورًا قويًّا بأنّ آراءهم حيال التعديلات لم تلق الاهتمام اللازم؛ والهجوم الشخصي على الناشرين الأثرياء، باعتبارهم مناوئين لدوائر التاريخ الطبيعي المحصورة؛ واستخدام لغة انفعالية ومتطرفة أحيانًا، بما لا يتفق مع اللهجة الجافة والتقنينية المعتادة في النقاشات المتعلقة بهذه الموضوعات. (لقد تَلَقَّى الناشر الإلكتروني «بايومِد سنترال» في لندن عدة هجمات، استطاع الصمود أمامها؛ انظر: go.nature.com/vglfig).

من بين توصيات عديدة تم الإدلاء بها، وردت توصية بضرورة وجود خبراء في عمليات التسمية ضمن مجالس مراجعات الدوريات، أو - بعبارة أخرى - كادر من الأفراد المؤهلين؛ لتفسير الأمور الغامضة الخاصة بالمدونة. فالقارئ العادي يحق له أن يتساءل عن هوية القُرّاء الآخرين الذين يراهم المؤلفون مرشحين لانتقين لقراءة مقالاتهم.

إن تسمية الأنواع عملية مهمة بلا شك؛ وقد عُقدت مناقشات مطولة حول قضية الديمومة، والطبيعة الثابتة وشبه المؤكدة للنشر الرقمي قبل تغيير المدونة. وقد كانت دوريّة «نيتشر» ـ وما زالت ـ مؤيدة لهذا التغيير.. فالإيجابيات ـ ببساطة شديدة ـ تفوق السلبيات؛ وكما ذكرنا في إحدى الافتتاحيات عند الإعلان عن هذا التغيير في سبتمبر 2012: «إنها لخطوة رشيدة، بل أكثر الخطوات التي يجب الاحتفاء بها في هذا المجال. إن التصنيف المناسب والأرشفة الدقيقة أمرٌ حاسمٌ في العلوم، وقد كان الخبراء في علم الحيوان مُحِقِّين في التفكير بعناية في الجوانب السلبية المحتمَلة لهذا التغيير، مثلما كانوا مُحِقِّين في الاستماع إلى الأصوات العالية الداعِيَة إلى تَبَنِّي الجديد». (*Nature* **489**, 78; 2012).

مع الأسف، استطاع النزاع أن يحجب الأخبار السارة عن عالم تسمية الحيوانات هذا الأسبوع؛ فقد وافقت الجامعة الوطنية بسنغافورة على تمويل الأمانة العامة للجنة الدولية لتسمية الحيوانات لثلاث سنوات القادمة. وبالإضافة إلى إدارة المدونة، يقوم أعضاء اللجنة الستة والعشرون المتطوعون بالفصل في النزاعات القائمة بين العلماء بشأن تسمية حوالي 15,000 نوع، يتم توصيفهم وتسميتهم كل عام.

مع تقديم الطلبات في مواعيدها المحددة، يمكن لأعضاء اللجنة الدولية لتسمية الحيوانات النهوض بأعبائهم، دون أي عمليات انتقامية من قِبَل الجدل الدائر حول التسمية على الإنترنت أو في المطبوعات.. ذلك الجدل الذي شهد الطباعة الهزلية لنُسَخ ورقية من الدوريات المتاحة عبر الإنترنت فقط، التي تم تسليمها آنذاك للمكتبات للقيام بصياغتها بطريقة مطابقة تمامًا للعُرف. يبدو أن مؤلفي «زوتاكسا» غير قادرين على اتخاذ خطوة واحدة إلى الأمام، أو غير راغبين في ذلك؛ حيث يعانون من «وسواس دلالي» بشأن شروط المدونة التي تقضي بضرورة الإتاحة الدائمة لمواصفات الأنواع على الإنترنت. وعندما أوضح الناشرون الإلكترونيُّون الذين تواصلوا معهم عدم قيامهم بتقديم نسخ ورقية ـ بشكل روتيني ـ للملفات الموجودة على المواقع الإلكترونية للدوريات؛ اعتقد المؤلفون ـ بصورة تعسفيّة نوعًا ما ـ أن المعلومات إذن غير متاحة لهم.

إذا كانت الهدية المقرَّرة في أعياد الميلاد بالمملكة المتحدة هذا العام هي تمثال مصغَّر لأحد الأصدقاء أو الأقارب، يتم إنتاجه فورًا بطابعة ثلاثية الأبعاد، فإن التقنية المطلوبة لإتاحة ملف «بي دي إف» pdf على الإنترنت تكون ـ بلا شك ـ أكثر بساطة وسهولة. والمشكلة هي أن «المتذمِّرين» يعلمون ذلك جيدًا. ■

كشف بصمات النجوم

ثمة حاجة ماسة إلى تجارب في المختبر؛ لإكمال البيانات الطيفية التي تتراكم بسرعة، قادمةً من أحدث المراصد في الفضاء.

مِمَّ تتكون النجوم؟ بعد أن اكتشف الفلكيُّون خط الطيف الأصفر الساطع في أشعة الشمس عام 1868، قاموا بتسمية العنصر الجديد بـ«الهيليوم»، نسبةً إلى إله الشمس اليوناني هيليوس، غير أن الفيزيائيين لم يكشفوا عن الهيليوم في مختبرٍ على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأرض، إلا بعد ثلاثين سنة، مؤكدين بذلك الاكتشاف الفلكي.

منذ ذلك الحين، تكرر هذا النمط عدة مرات؛ إذ يتم الكشف غير المباشر عن عناصر وجزيئات عبر بصماتها الطيفيّة في الفضاء، قبل دراستها المفصَّلة على الأرض. ولطالما كانت أرصاد التليسكوب تسبق التحليل الطيفي في المختبر، إلا أن اتساع الفجوة بينهما اليوم صار أمرًا لافتًا للنظر.

على سبيل المثال.. مرسام طيف متطور للأشعة تحت الحمراء تم تركيبه في عام 2011 على تليسكوب «سلوان» للمسح الرقمي (Sloan Digital Sky Survey - SDSS) في صنسبوت بنيومكسيكو، يسجل حاليًا أطياف 1800 نجم في الليلة الواحدة، معظمها يقع في الجزء المركزي المنتفخ من مجرة درب التبانة، حيث يحجب الغبارُ الضوءَ ذا الأطوال الموجية المرئية من الوصول إلى الأرض. والنتيجة هي الكشف عن آلاف الخطوط الطيفية المجهولة، وهي قمم وقيعان في الموجات الكهرومغنطيسية عند طاقات محددة، يسبِّبها امتصاص الضوء من قِبَل الغاز في طريقها إلى الأرض، أو انبعاث الغاز على سطح النجوم.

«قياس الانبعاثات في المختبر هو الخيار الوحيد».

بعض الفيزيائيين يشيرون الآن إلى الوضع الساخر، حين يقدِّم مشروع يكلِّف ملايين الدولارات ـ مثل مشروع «سلوان» ـ بيانات لا يمكن تحليلها، بسبب الفشل في دعم مختبرات أرخص كثيرًا على الأرض. وهم مُحِقُّون في ذلك، إذْ ينبغي زيادة دعم بحوث المختبرات التي يمكنها فك شفرة الأطياف. وثمة اقتراح جيد، هو أن تقوم وكالات تمويل مشروعات التليسكوب التي تطور تقنيات التحليل الطيفي بإنفاق جزءٍ صغير من المال ـ ربما يكون جزءًا من المئة ـ على التحليل الطيفي في المختبرات.

قد تبدو تجارب المختبر أقل بريقًا، لكن الأسئلة الكبرى المتعلقة بتطور المجرّات ستتم الإجابة عنها من خلال فهم تفاصيل صغيرة ومهمة خاصة بفيزياء وكيمياء الملايين من النجوم، كما يتبين من الأطياف. على سبيل المثال.. يمكن للأطياف أن تخبرنا ما إذا كانت النجوم في الجزء المركزي المنتفخ من مجرة درب التبانة قد تشكلت هناك، أم أنها هاجرت إليها في وقت لاحق. ويمكن للأطياف أيضًا تسليط الضوء على كمية المادة المظلمة الموجودة بالقرب من نجمٍ ما، وذلك بالكشف عن المعلومات المتعلقة بحركته، التي تسبِّب انزياح خطوطه الطيفيّة.

أفضل مثال على فوائد عمل من هذا النوع هو ورقة نوفمبر المنشورة في دوريّة «الفيزياء الفلكية» من قِبَل فيزيائيين ذَرِّيِّين بجامعة إمبريال كوليدج لندن، والمعهد الوطني للمعايير والتقنية في جايثرسبرج بميريلاند، ومعهد الفيزياء الفلكية في جزر الكناري بتَنرِيف في إسبانيا (M. P. Ruffoni *et al*. *Astrophys. J*. **779**, 17; 2013). وقد بيَّن بحثهم 28 احتمالًا لانتقالات الإلكترون بين عدة مستويات للطاقة لعنصر الحديد، وهو ما يمكن استخدامه مع معلومات الأطياف؛ لتقدير وفرة الحديد في النجوم الواقعة في الجزء المركزي المنتفخ من مجرة درب التبانة. وهذه خطوة مهمة لتحديد أعمار النجوم وأماكن تشكلها، وهو ما لم يسبق قياسه في مختبرٍ من قَبْل.

هذه النوعية من الأبحاث ضرورية، لأنه لمعرفة وتحديد مقدار العناصر في الفضاء من خلال الأطياف، يتوجب على الفلكيين معرفة احتمال انتقال الإلكترونات بين مستويات الطاقة في ذرات العناصر المختلفة. وبالنسبة إلى العناصر الخفيفة ذات الإلكترونات القليلة، مثل الهيدروجين والهيليوم، فإن احتمالات الانتقال يمكن حسابها بواسطة قواعد ميكانيكا الكمّ. أما العناصر الثقيلة، فتملك العديد من الإلكترونات التي يمكنها الانتقال (الحديد مثلًا لديه 26 إلكترونًا)، الأمر الذي يجعل حساب احتمالات الانتقال الممكنة بدقة معقدًا للغاية. وقياس الانبعاثات في المختبر هو البديل الوحيد إذن، إذ يمكن للفيزيائيين استخدام الليزر التوليفي لإثارة الإلكترونات إلى مستويات أكثر، وقياس المزيد من الانتقالات. هذه المعلومات يمكن أن تكمِّل فيما بعد الأرصاد الفلكية. ولا شك أن التمويل الإضافي سيحسِّن كثيرًا من هذه القدرة، وسيعطينا الأفضل من خلال الحصول على ليزرات وكواشف أقوى.

في خِضَمّ التحديات التي يواجهها التجريبيون للحصول على مختبر أطياف، ثمة طفرة طيفية فلكية تحدث بسرعة عجيبة. فبجانب جهاز الأشعة تحت الحمراء (بتليسكوب «سلوان» الذي تكلّف 55 مليون دولار)، يخطط الفلكيون لبناء التليسكوب الأوروبي الكبير جدًّا، وقطره 30-50 مترًا، بتكلفة قدرها بليون يورو (1.3 بليون دولار)، وسيكون مقره بالقرب من تِشِرّو بَرانال في شيلي، راصدًا أطياف مئات الآلاف من النجوم. أضف إلى ذلك.. أن «ناسا» خططت لتليسكوب جيمس ويب الفضائي ـ بتكلفة قدرها 8.8 بليون دولار ـ الذي يستخدم كواشف متطورة للأشعة تحت الحمراء، مصنوعة من تيلوريد الكادميوم الزئبقي ـ كجهاز سلوان ـ لرصد النجوم، ويؤمَل أيضًا أن يرصد الأغلفة الجوية للكواكب الواقعة خارج المجموعة الشمسية. يمكن استخدام الأطياف لتقدير كميات العناصر المختلفة الموجودة في أجواء النجوم والكواكب، إذ يُعَد التعرّف على الجزيئات التي تبعث خطوطًا طيفية مميزة عند الانتقال بين الحالات المختلفة مجالًا مثيرًا للاهتمام.

هناك تجارب أخرى في المختبر، يمكنها حل واحد من أقدم الأسئلة في علم الفلك: ما هو أصل النطاقات البينيّة المنتشرة بين النجوم (وهي قيعان في الأطياف النجميّة، ناشئة عن المادة المنتشرة بين النجوم والأرض)؟ يُعتقَد أن سببها الجذور الهيدروكربونية غير المستقرة، التي لم يُصنَّع تركيبها الدقيق في المختبر بعد، وقد حيَّرت الفلكيين لما يقرب من مئة سنة. فإلى متى سيطول انتظار الباحثين؟. ■

ملخصات محاضرات

تذكِّرنا ملخصات الفيزياء ـ التي جذبت جيلًا بأكمله ـ بأنّ المدرسين بحاجة إلى الدعم.

إنه كتاب تدريس الفيزياء الذي يبلغ عمره خمسين عامًا، ويصل عدد صفحاته إلى ألف وخمسمئة صفحة، والذي أعلن مؤلفه الشهير أن الكتاب ذو محتوى فاشل. وطبقًا لمراجعات عديدة على الإنترنت، فهو كتابٌ "ساحرٌ"، و"كتابٌ استثنائي لمؤلف استثنائي". ولا نبالغ، إذا قلنا بصيغة مناسبة: "إذا كنتَ تريد تحصيل الفيزياء كلها بالشكل المعتاد، فعليك بشراء وقراءة كتاب فيزياء جيّد. أما إذا أردتَ أن تتذوق الفيزياء، وتدرك حقيقتها بعُمْق؛ فعليك إذن بهذا الكتاب".

ربما أكثر ما يثير الدهشة في كتاب "محاضرات فَينمان في الفيزياء" ـ وهو الكتاب الذي نتحدث عنه هنا ـ هو أنه ضُيِّقَ عليه جدًّا لحظة ولادته. وروبرت لَيتون ـ رئيس اللجنة المسؤولة عن تطوير تدريس الفيزياء بمعهد كاليفورنيا للتقنية (كالتِك) في باسادينا في بداية الستينات ـ لم يكن يرى أن فينمان هو الرجل المناسب لهذه المهمة. وكان تعليقه آنذاك: "هذه ليست فكرة جيدة، ففينمان لم يقم بتدريس أية مقررات تعليمية لطلاب الجامعات، ولا يعرف كيف يتحدث إلى المبتدئين، وما يمكنهم تَعَلُّمه". وفي الوقت نفسه تقريبًا، (صادف أنْ قرَّر أحد المسؤولين بشركة "دِكّا للتسجيلات الموسيقية" أن "فرقة البيتلز ليس لها مستقبل في مجال الاستعراض").

انتصر ليتون في هذه الجولة، لكنّ التحول من سلسلة محاضرات محدودة ـ ألقاها فينمان مرة واحدة بين عامي 1961، و1963 ـ إلى كتاب دراسي ما زال يلهمنا روح التفاني بعد خمسة عقود، كان لا بد أن يكون قرارًا مشوبًا بالتردد. يَذكر ماثيو ساندز ـ الذي ساعد في تنظيم المحاضرات، وشارك في تأليف الكتاب ـ أن المسودة الأولى التي تم تسلّمها من دار النشر في عام 2005 كانت "كارثية" (M. Sands Phys. Today 58, 49-55; April).

كان أحد المحررين قد أعاد ـ بحُسْن نِيّة ـ صياغة اللغة العامية التي استخدمها فينمان؛ لتكون أنسب ككتابٍ دراسي تقليدي، وكان من أبرز ما فعله أنه استبدل بكلمة "أنت" ـ التي يستخدمها الفيزيائيون عادةً في حواراتهم، وبشكل غير لائق ـ كلمة "الفرد". يذكر ساندز أيضًا (ردّ فعل فينمان على فكرة تأليف مشترك للكتاب مع ساندز وليتون: "بأي حق تُوضع أسماؤكم هنا؟ ما قمتم به هو كتابة سريعة للمسودات!")

كما يستنتج روب فيليبس ـ في مقالة تستعرض أحداثًا ماضية في هذا العدد ـ أنّ سر بقاء كتاب محاضرات فينمان يكمن في كونه سابقًا لعصره، ولأن "تقديمه للفيزياء الأساسية كان ينطوي على طموح أعلى، هو حب الطبيعة وفهمها من خلال التجريب والتفكير". لقد تحولت الفيزياء على يد فينمان من مجرد وصف للعالم إلى منهجية للتفكير بشأنه. وتلك المنهجية اجتذبت جيلًا بأكمله.

إن الرّواج الهائل الذي تحظى به هذه المحاضرات، والجاذبية المستمرة للكتب التي بُنيت عليها تكمن في العبقرية الشخصية والتلقائية التي يتمتع بها فينمان. وينبغي أن نذكر أن هذه المحاضرات قد تكلفت الكثير من العناء في إعدادها وممارستها، فضلًا عن الدعم المالي الكبير الذي حظيت به. (كانت هذه المحاضرات جزءًا من سلسلة أكبر من التغيرات التي طرأت على التدريس بقسم الفيزياء بمعهد "كالتِك"، والتي تم تمويلها بحوالي مليون دولار أمريكي من مؤسسة "فورد").

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

سيبقى هذا درسًا، يجدر بالمسؤولين في الجامعات أن يتذكّروه، حيث يتم إيقاف تمويل الأبحاث، وممارسة الضغوط على أعضاء الكلية؛ لزيادة أعباء جداولهم الدراسية. يمكن للقادرين أن يقوموا بالتدريس، لكنهم بحاجة إلى الدعم. ■

رؤية كَوْنِيَّة



NICOLA CROCKFORD

لسياسات أفضل.. راجِعُوا بناءً على الجودة، لا الكَمّ

«التقييمات العالمية بحاجة إلى تَبَنِّي عمليات جمْع ومراجعة للمعلومات أكثر دقة وتركيزًا» **وليام ج. ساذرلاند.**

يطالِب المجتمعُ ـ بشكل متزايد ـ بأنْ تقوم السياسات على الأدلة العلمية كما ينبغي، غير أن صانعي السياسات نادرًا ما يعودون إلى الأوراق البحثية المنشورة بالدوريات العلمية، وهي الأدلة الحقيقية، بل يفضِّلون ـ عوضًا عن ذلك ـ أنْ يبنوا قراراتهم على الملخصات والمراجعات والتقييمات.

قد تكون مثل تلك التقييمات شديدة التأثير، ولكنها قابلة للخطأ، فقد دعّمت االلجنة الدولية لتغيُّر المناخ ـ بشكل فعّال ـ السياسات المتعلقة بالتغير المناخي في جميع أنحاء العالم، بَيد أن الخطأ الفادح الذي وقع فيه تقرير عام 2007 عن الأنهار الجليدية بالهيمالايا لا زال يُكشَف بانتظام، لإبراز التهكّم على سلطة اللجنة.

ما اكتشفته أنا وزميلي لين ديكس، عندما كنا نراجِع القسم الخاص بالملقِّحات في التقييم البيئي القومي للمملكة المتحدة – وهو تقرير مؤثِّر وموسَّع، ضُمَّ إلى الصحيفة البيضاء المتعلّقة بالبيئة للحكومة البريطانية - وليس من المرجَّح أن يأتي ذكره في العناوين الرئيسة للصحف الدولية، إلا أنه ما زال مفيدًا. على سبيل المثال.. يذكر التقرير أنه «منذ عام 1980، انخفض تَنَوُّع النحل البري في معظم المناطق". وتُعَدّ تلك مبالَغة للنتائج التي توصلت إليها الورقة البحثية التي استند إليها التقرير، والتي تذكر فقط أن تنوُّع النحل بعد عام 1980 انخفض عما كان عليه قبل ذلك بنسبة 52%، وذلك في واحد وثمانين مربعًا شبكيًّا، تبلغ مساحة الواحد منه 100 كيلومتر مربع. ويؤكد التقرير أن "الانخفاض في خدمات التلقيح بهذا الشكل سيؤدي إلى خسائر اقتصادية للمزارعين على المدى القصير»، ولكنه يغفل عن ذكر أنّ استنتاجه يستند إلى دراسات ميدانية غير مباشرة عن الحشرات الزائرة للمحاصيل. وفي واقع الأمر، لم يتم رصد أية آثار اقتصادية لانخفاض الملقِّحات على مستوى محلي، أو دولي. ويضع جدول حاسم في التقرير تقديرًا لقيمة المحاصيل التي يتم تلقيحها من خلال الحشرات في المملكة المتحدة، مصدره دراسة دكتوراة. والتحليل الذي يستند إليه الجدول لم يُنشَر بعد في أيٍّ من المنشورات العلمية المُحَكَّمة، وهذا لم يكن موضحًا في التقرير. وتظهر المشكلات نفسها لدى مراقبة الجودة في أجزاء أخرى من التقرير، وفي تقييم الألفيّة للنظم البيئية.

هذا.. وسوف تستمر مُعضِلة مراقبة الجودة، إلا إذا غيَّرنا من الطريقة التي يتم بها إجراء مثل تلك التقييمات. وكانت اللجنة الدولية للتنوع الحيوي وخدمات النظم البيئية (إيـبـبَس IPBES) الجديدة ـ التي انعقدت في بداية شهر ديسمبر 2013 في تركيا لوضع برنامج التقييم الخاص بها، نقطة بداية طيبة.

بشكل عام، يجب على مثل هذه التقييمات أن تكون أقل طموحًا، فالنتائج الرئيسة لهذه التقارير تخضع لفحص دقيق، لكنها مرتبطة بنطاق واسع من النصوص التي تستحيل مراجعتها بشكل كامل. فكلما كان المدى الذي يغطيه التقييم واسعًا؛ زادت المادة التي يجب أن يتضمنها حتى يكتمل، وارتفعت فرصة المخاطرة بحدوث أخطاء. ولم يفلح دفاع علماء المناخ عن خطأ الأنهار الجليدية، بدعوى أنه يمثل فقرة واحدة من ضمن 938 صفحة في واحدٍ من أربعة تقارير، بل ولم تتم ملاحظته قبل مرور عامين، في تهدئة نقاد اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ.

قد تكون هناك رغبة لدى بعض المشاركين في تقييم لجنة «إيـبـبَس» القادم أن يكتبوا بحرية عن الكثير من جوانب عملية التلقيح، إلا أنه يجب عليهم ـ بدلاً من ذلك ـ التركيز على جمع وتوليف الأدلة العالمية عن القضايا المهمة المتعلقة بالأسئلة الرئيسة فقط، مثل: ما هي الملقِّحات الأكثر أهمية اقتصاديًّا؟ وما هو التغيير الذي لحق بوضعها؟ وما هي التهديدات الأساسية؟ وما هي السبل الأكثر فاعلية اقتصاديًّا للحفاظ على هذه الملقِّحات واستعادتها؟ لدعم الإجابة على هذه الأسئلة، يجب على التقييم في البداية أن يصدِر مراجعة منهجية ومتاحة للعامة للكتابات التي سيستند إليها، وبشكل مثالي أن تكون مرفقةً به ملخصات ميسَّرة للأبحاث.

الرؤية لمثل تلك المراجعات تكون في العادة تحليلات مجمّعة للتشخيص الطبي المستنِد إلى أدلة، تجمع وتوضح لمحة عامة لكل الدراسات ذات الجودة المناسبة. وهذا المنهج هو الأقل ملاءمة للمراجعات البيئية، التي تلجأ عادةً إلى مزيج مركَّب من التجارب والدراسات والنماذج المترابطة، متضمنةً مجموعةً من الأسئلة ومتغيرات الاستجابة والمواقع، التي تتباين صلتها بالقضية موضع الاهتمام.

> يجب أن تستخدِم عمليات **التقييم** البيئية طُرُقَ **الإجماع الرسمي**

للحصول على مزيج أفضل لنتائج مثل هذه البحوث المتنوعة، يجب على التقييمات البيئية أن تستخدم وسائل منهجية؛ للوصول إلى إجماع، مثل طريقة دلفي، وهي عملية تكرارية للحصول على الإجماع، تعتمد على جولات متتالية للتسجيل السري للعلامات، والتعليق على نتائج غير معلومة الهوية. إضافة إلى ذلك.. يجب أن تكون كل المادة متاحة للعامة، بل وبالإمكان أن تتضمن النقاط التجميعية النهائية للخبراء، كما هو الحال بالنسبة إلى أعضاء لجنة السياسة المالية للمملكة المتحدة، الذين يلتقون شهريًّا؛ لتقرير معدَّل الفائدة الرسمي. وتباعًا، فعملية تتبع إحدى النتائج للوصول إلى تقييم الأدلة الذي تستند إليه، ثم إلى قاعدة الاستدلال الخاصة بها، ستكون نسبيًّا عمليةً مباشرة.

يبدو أن لهذا المنهج عدة مميزات.. فهو يركز على بعض القضايا المحورية، ويقدمها بشكل أكثر شفافية ودقة؛ مما يرجّح تمتّعه بمصداقية أكبر، ويقلِّل من احتمال حدوث أخطاء. وبعد جمْع المعلومات، من الممكن أن يتم تحديثها بانتظام؛ للسماح بإجراء إعادة تقييم سريعة (على النقيض.. يُعاد تقييم اللجنة الدولية لتغيُّر المناخ كل ست سنوات تقريبًا. وهو مكلِّف بشكل هائل). ومع تجميع «حجر الأساس» للأدلة، وتقديمها بطريقة سهلة للمستخدمين، يمكن الاستمرار في جمع الأدلة المتعلقة بالقضايا الرئيسة، وتقييمها بانتظام. وهناك مثال معادِل لذلك في مجال الطب، وهو الطب الإكلينيكي الذي يعيد تقييم المداخلات كل ستة أشهر.

لا يجب اعتماد هذا النهج فقط من قِبَل اللجنة الدولية للتنوع الحيوي وخدمات النظم البيئية «إيـبـبَس» وغيرها من اللجان الوطنية والدولية المستقبلية، ولكن ـ كلما أمكن ـ من خلال التقارير التي لا حصر لها، المُعَدّة لصنّاع القرار. فهذا سيرفع من مستوى الجودة والشفافية والمسؤولية. ■

وليام ج. ساذرلاند أستاذ ميريام رودتشايلد لعِلْم بيولوجيا الحفظ والوقاية في قسم علوم الحيوان، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: w.sutherland@zoo.cam.ac.uk

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/owgnqw

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



الإثـارة في استـكشاف الفضـاء من الثوابـت العالميـة

في فيلم «الجاذبية»، تُمثِّل ساندرا بولوك رجل الشارع، وتُذَكِّر **كولن ماسيلوَين** أنه ما زال ممكنًا للعِلْم والاكتشاف أن يكونا مُلْهِمَيْن

في عام 1969، كانت لحظةُ ظهور رجل ذي اسم ينتمي إلى الحدود الاسكتلندية على شاشة تلفاز متذبذبة، وهو يخطو خطوة صغيرة من أجل البشرية كلها لحظةً فارقة بالنسبة إلى صبي صغير، كَبُرَ وترعرع بالقرب من مدينة جلاسكو.

ومنذ انتهاء برنامج «أبوللو»، التابع لوكالة «ناسا» في عام 1972، شهد النقاش حول السفر إلى الفضاء، في الولايات المتحدة وأوروبا، حُجَجًا مُحيِّرة حول ما إذا كانت رحلات الفضاء «عِلْمًا» متطورًا حقًّا، أم لا.

وبالنسبة إلى هذا الطفل ـ في عام 1969 ـ كان السفرُ في الفضاء، والاكتشاف، والعِلْم شيئًا واحدًا. ومن الغريب أن يحتاج الأمر إلى عمل فيلم رائع، مثل فيلم «الجاذبية»، ليُذَكِّرَني بأنّ هذه الثلاثة ما زالت شيئًا واحدًا، وأن الولايات المتحدة وأوروبا قامتا ـ إلى حد ما، تحت إصرار مجتمعاتهما العلمية ـ بالتخلي عن طموحاتهما في رحلات الفضاء، وأفسحتا المجال للصين والهند. أنا لا أرثي هذا التسليم.. بل أشير فقط إلى أنه لن يؤدي إلا إلى دَحْر زعامة الولايات المتحدة في العلوم والتقنية العالمية، بالرغم من الحجج التي تقول عكس ذلك.

تحمِل أحداث فيلم «الجاذبية» تلميحًا بسيطًا لانفلات ريادة رحلات الفضاء من قبضة الولايات المتحدة (تحذير: هذا المقال قد يكشف بعض أحداث الفيلم).

في أداء رائع، يلهِم بمستقبل واعِد، تلعب ساندرا بولوك دور الإنسان العادي المليء بالعزيمة والشك، لتجسِّد كل شكوكنا ومخاوفنا. وفي بداية الفيلم، يتم ضرب محطة الفضاء الدولية بواسطة حطام؛ لنرى مظلات ملونة بالعلم الأمريكي ممزقةً ورَثّة أثناء انهيار المحطة. بعد ذلك، يأتي الخلاص عن طريق حُجَيْرة إعادة إدخال صينية، تعود إلى الأرض بمظلات منتفخة مُزَيَّنة بكسوة ملونة بالأحمر والأبيض والأزرق، في حياديّة شديدة الغرابة. من الواضح أن فريق الفيلم استشعر أن وجود مشهد يحوي علم جمهورية الصين الشعبية ذا اللون الأحمر الداكن سيكون بالنسبة إلى جمهور أمريكي شيئًا من الصعب تَحَمُّله، لكنّ الأمور كلها ستكون واضحة حيثما يُعرَض الفيلم. (بعد تصوير الفيلم ومحاكاته بالكمبيوتر بشق الأنفس على مدى عدة أشهر بواسطة المخرج ألفونسو كوارون، يبدو فيلم «الجاذبية» وكأنه تم تصويره في الموقع الحقيقي للأحداث).

كانت رؤية محطة الفضاء القديمة في فيلم مؤثرة للغاية.. فأنا أعرفها جيدًا. في عام 1984، وفي مُستَهَلّ مشروع محطة الفضاء، نادت مقالة افتتاحية في هذه الدوريّة بإلغاء المشروع (انظر: *Nature* **307**, 1–2; 1984). وبعدها بخمسة أعوام، قمتُ بالزحف عبر نموذج خشبي للمحطة بالحجم نفسه في هانتسفيل بولاية ألاباما. وقد كنت في كابيتول هيل بواشنطن، عندما رُفِضَ اقتراح بإيقاف المشروع ـ بفارق صوت واحد فقط ـ في مجلس النواب الأمريكي في عام 1993.

في ذلك الوقت، كان للجنة العلوم بمجلس النواب شعار مُعَلَّق على الحائط، يقول: «عند انعدام الرؤية؛ تهلك الشعوب». ومحطة الفضاء لم تكن رؤيتها واضحة بما يكفي.. بل كانت شكلًا من أشكال التراجع. فقد قامت الولايات المتحدة وشركاؤها ببناء محطة فضاء في طريق عودتهم من الفضاء. وسوف تفعل الصين ذلك في طريقها للصعود. المنطق السياسي حتميٌّ إذن. إنّ إنشاء برنامج فضائي بطاقم بشري سيوحِّد شعب أي بلد ويحفِّزه. وإذا امتلكتَ المال العام ـ كما هو الحال في الصين ـ فلن تكون هناك أولوية أكثر وضوحًا.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/mtcfmt

هذا الجهد سوف يعود بالمكاسب، دون شك.. فرحلات الفضاء ليست مثل معرفة التسلسل الجيني، أو صناعة الشرائح الإلكترونية، التي من الممكن لأي شخص صناعتها إذا اشترى الآلات المطلوبة لذلك. وعِلْم الصواريخ ـ وهو ما هو.. ـ عِلْمٌ صعب، ويتطلب الكثير من المال، والتكنولوجيا، والمعلومات، والجهد... إلخ، ومن الممكن أن يستعصِي حتى على أكثر الشعوب المتطورة تقنيًّا، مثلما يتبيّن عجز اليابان المستمر عن إتقانه.

يُقال إنّ برنامج «أبوللو» لم يسفر عن الكثير، إلا أن هذا القول يُعتبَر إساءة تقدير.. فقد كنتُ في هانتسفيل في عام 1989 لزيارة «إنترجراف» ـ وهي شركة كمبيوتر تابعة لوكالة «ناسا» ـ التي قامت بتطوير شرائح «ريسك» RISC (وتعني الحوسبة منخفضة التعليمات). هذه الشرائح ولَّدَت المعالجات الدقيقة «سبارك» SPARC، ومحطات عمل «يونكس» الرخيصة، والرسوم الحاسوبية الحديثة. وفي نهاية المطاف، تم تحريك الصور البارعة التي أنتجها الحاسوب، والتي يُثنَى على فيلم «الجاذبية» بسببها، جزئيًّا من خلال برنامج «أبوللو» نفسه.

كان هذا جهدًا جماعيًّا، ومع ذلك.. فالخطاب السائد في الولايات المتحدة يفترض أن الابتكار يأتي من الأفراد، ومن بينهم اللصوص المرتدُون لسراويل تشينو، المُحتَفَى بهم في أفلام ضعيفة، مثل فيلم «الشبكة الاجتماعية» الذي أُنتج عام 2010، والذي يروي نشأة "فيسبوك". إنّ علماء ومهندسي برنامج «أبوللو» لم يحظوا باهتمام شعبي، ولم يحصلوا على مكافآت.. ودورهم الحاسم في دفع الابتكار قُدُمًا ـ خصوصًا في مجالَي الحوسبة، والتصنيع ـ لم يُقدَّر بشكل كافٍ.

> البعثة العلمية التي **تأسِر خيال** الجميع شيءٌ **نادر وثمين**

بالرغم من نجاح وكالة «ناسا» في عملها، فقد شابتها ـ منذ إنشائها ـ عيوب خطيرة.. فطاقمها من رواد الفضاء كله من الذكور، وتقريبًا جميعهم من ذوي البشرة البيضاء، مثلما لاحظ ذلك الموسيقار جيل سكوت هيرون بأسًى في رائعته عام 1970 "الرجل الأبيض على القمر". وقد أرسلت «ناسا» أوّل رائد فضاء أمريكي ـ من أصل أفريقي ـ لها، جاين بلافورد، وأوّل رائدة فضاء، سالي رايد، في عام 1983 فقط، في حين أرسلت روسيا امرأةً إلى الفضاء في عام 1963؛ وتبعتها الصين في العام الماضي بعد تسعة أعوام من إرسال أوّل رجل لها إلى الفضاء.

هناك عديد من البعثات العلمية يمكنها إلهام مَنْ يؤمن بها حقًّا. ففي إحدى المرات، كنت مع فريق «نيتشر» في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، وقابلت عاشقَين عاطلَين يعزفان موسيقى الروك، وأخبرانا بكل جدية عن ملصقات الجينوم البشري على سقف غرفة نومهما. لدينا جُسيم «هيجز» الذي يستهوِي البحث عنه عشاق العلوم في جميع أنحاء العالم، لكنّ البعثة العلمية التي تأسِر خيال الجميع شيءٌ نادر وثمين.

في منتصف نوفمبر 2013، سمعت طفلًا يبلغ من العمر ثلاث سنوات في حافلة أدنبرة يقول لأمه: «أريد أن أذهب إلى القمر»؛ فردّت عليه كاذبةً: «يمكنك أن تصبح رائد فضاء!» إنّ الشخص القادم الذي سيذهب إلى القمر لن يكون ذا اسم اسكتلندي، مثل نيل أرمسترونج، وربما لن يكون حتى رجلًا، ولكنه سيولّد الإثارة نفسها التي احتوى عليها فيلم «الجاذبية»، والتي ستجلب لساندرا بولوك وألفونسو كوارون جائزتَيْ «أوسكار» لعام 2014. ■

كولن ماسيلوَين يكتب عن السياسة العلمية من أدنبرة، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: cfmworldview@googlemail.com

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلمية

أساليب مخبرية

حِمْيَة صارمة لذبابة الفاكهة

قد يواجه ذباب الفاكهة المخبري قائمة الطعام المحدودة نفسها قريبًا. فقد طوّر ماثيو بايبر وزملاؤه ـ بكلية لندن الجامعية ـ بعض المواد الغذائية التوليفيّة لذبابة الفاكهة، تتكون من كميات مُحدّدة من أحماض أمينية، وفيتامينات، وسُكريات تحتاجها الحشرات.

وتغذية الذباب بأطعمة متنوعة ـ كما هو شائع بالمختبرات ـ يمكن أن تُغيِّر أيضه جذريًّا، لكنّ إعطاء غذاء قياسي لذباب المختبر يضمن عدم تأثيره في نتائج التجارب.

وقد لاحظ الباحثون أن الذباب الذي تربّى على الأغذية التوليفية كان أبطأ نموًّا وأقل خصوبة من الذباب الذي تغذى على مزيج من السكر والخميرة، مما يشير إلى أنّ هناك تحسينات في هذا الشأن.

Nature Meth. http://dx.doi.org/10.1038/nmeth.2731 (2013)

فيزياء الكَمّ

رقم قياسي جديد لبِت كَمِّيّة

استطاع الفيزيائيون تخزين بِت كمِّية من المعلومات عند درجة حرارة الغرفة لأكثر من 39 دقيقة؛ مُحطِّمين الرقم القياسي السابق بثانيتين فقط.

فقد خزَّن مايك ذيوالت وزملاؤه ـ بجامعة سايمون فريزر، ببورنابي، كندا ـ البِتّ الكَمِّيَّة في لفات مغزليّة نووية لذرات الفوسفور المُتأيّن المدمجة في بلورة سيليكون عالية التخصيب، باستخدام ضوء بصري، وترددات راديو؛ لترميز وقراءة البِت.

أمّا الخطوة التالية، فهي إيجاد وسيلة موثوقة؛ لربط ذاكرة حالة اللّف المغزلي النووي بحالات اللّف المغزلي الإلكتروني للذرات، التي يُرَجَّح أكثر استخدامها في معالجة الحاسوب الكمي. وسوف يعزِّز تخزين البِتّات الكمية عند درجة حرارة الغرفة من الجهود الرامية إلى إنشاء جهاز حاسوب كَمِّي عملي.

***Science* 342, 830–833 (2013)**



LITTLE RED RIDING HOOD BY GUSTAVE DORE/NATIONAL GALLERY OF VICTORIA, MELBOURNE, AUSTRALIA/BRIDGEMAN ART LIBRARY

الأنثروبولوجيا الثقافية

أداة بيولوجية تميط اللثام عن تطوّر الحكاية الشعبية

يمكن استخدام التحليل الفيلوجيني لتطور السلالات ـ وهو أسلوب يستخدمه علماء الأحياء؛ لاستنباط علاقات تطوريّة بين الأنواع ـ لتتبُّع أصل الحكايات الشعبية، مثل حكاية "ذات الرداء الأحمر"، التي صادفت ذئبًا وهي في طريقها لزيارة جدتها.

وقد بذل علماء الأنثروبولوجيا جهدًا لإيجاد سُبُل لتجميع الحكايات المتشابهة من ثقافات مختلفة. وبدوره، تناول جمشيد طهراني ـ بجامعة دورهام، المملكة المتحدة ـ المشكلة بتكوين "شجرة تطوريّة" تماثل تلك المستخدَمة لكشف الأسلاف المشتركة بين الأنواع البيولوجية.

وعامَلَ طهراني التغيرات الثمانية والخمسين بحكاية "ذات الرداء الأحمر" كأنواع منفصلة، وحلَّل 72 عنصرًا متغايرًا بحبكة الرواية من كل قصة؛ لعمل شجرة تَعرِض العلاقات بين الحكايات؛ لا سيما أن التحليل أظهر أن النُّسَخ الأفريقية للقصة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بقصة خرافية أخرى، هي "الذئب والنعاج"، في حين تطورت نُسَخ شرق آسيا من القصة ربما من خلال جمع الحكايتين بحكايات محلية أخرى.

***PLoS ONE* 8, e78871 (2013)**

السرطان

اكتشاف طفرات سرطان الثدي

تم تحديد طفرات جين يرمز مُستقبِل هرمون الإستروجين (ER) في أورام الثدي الشرسة.

فحوالي 70% من سرطانات الثدي تعبر مُستقبِل هرمون الإستروجين؛ مما يساعد على تفاقم المرض. وتستهدف أدوية عديدة آثار هرمون الجنس (الإستروجين) على مستقبِله، لكنّ الأورام تطوِّر غالبًا مقاومةً لهذا العلاج.

وهناك فرق أبحاث مستقلة بقيادة سَرَت تشانِدَرلاباتي من مركز سلون كيترينج التذكاري للسرطان بنيويورك، وأرول تشينايان من جامعة مِشيجن بآن أربور، وأيدو وولف بمركز سوراسكي تل أبيب الطبي بإسرائيل، قامت بتفكيك متتابعات أورام من 104 مريضات بسرطان الثدي الانبثاثي، ووجدوا طفرات بجين ترميز مستقبِل هرمون الإستروجين لدى 25 مريضة. وأشارت أبحاث أخرى إلى أن هذه الطفرات يمكن أن تُبقِي المستقبِلات نشطةً، حتى لدى غياب الإستروجين.

يقول الباحثون إن الأدوية التي تثبط المستقبِل بطرق أخرى قد تؤخِّر نشوء أو تفاقم الأورام الشرسة.

***Nature Genet*. http://doi.org/pxp; http://doi.org/pxq (2013)**
***Cancer Res*. http://dx.doi.org/10.1158/0008-5472.can-13-1197 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CONRAD TAN/FLICKR OPEN/GETTY

سلوك الحيوان

الطريق الوهمي يُخيف الطيور

لماذا لا تعبر الطيورُ الطريقَ؟ ربما تشكِّل الضوضاءُ ـ كما يبدو، على الأقل ـ جزءًا من العِلّة.

أنشأ كريستوفر مكلور، وجيسي باربر وزملاؤهما ـ بجامعة بويزي، إيداهو ـ طريقًا وهميًّا لاختبار آثار ضوضاء المرور، دون أي سيّارات فعلية، أو اضطرابات في المشهد البصري.

شغّل الباحثون أصوات جلبة مرور متواصلة بمكبرات صوت، تفصلها عن بعضها مسافات متساوية، بامتداد سلسلة تلال، طولها 500 متر، وذلك لمدة أربعة أيام، تلتها أربعة أيام أخرى من الصمت. راقب الباحثون عدة مواقع بمحاذاة الطريق الوهمي، وفي منطقة الضبط والمقارنة كل صباح لمدة 7.5 أسابيع.

وعند تشغيل تسجيلات أصوات ضوضاء المرور، انخفض عدد الطيور بامتداد الطريق أكثر من الربع. والنوعان (البوهيمي، أو كما يُطلق عليه: طائر الأرز شمعي الجناح (*Bombycilla cedrorum* ؛ **الصورة**)، وطائر الهازجة الصفراء (*Setophaga petechia*)، تجنَّبا الطريق الصاخب تمامًا.

Proc. R. Soc. B 280, **20132290 (2013)**

علم المناعة

خلايا تؤذي، بدلًا من أنْ تعالِج

CHUCK PEFLEY/ALAMY

في ظل ظروف التهابيّة معينة، يُمكن للخلايا التي تمنع عادةً الأمراض الالتهابية الذاتية الضارة أنْ تسبِّب المرض. وقد لُوحظ ذلك في نموذج دراسي على الفئران. فقد درس فريق بقيادة جيفري بلوستون ـ بجامعة كاليفورنيا، بسان فرانسيسكو ـ خلايا تائية تنظيمية في نموذج فئران مصابة بمرض مناعة ذاتية، يهاجم فيه الجسمُ نسيجَه العصبي.

والخلايا التائية التنظيمية التي تعبِّر جين Foxp3 تعمل عادةً على كبح الهجمات المناعية الضارة، لكنْ خلال الاستجابة الالتهابية، هناك فئة فرعية من الخلايا التائية التنظيمية عبّرت عن مستويات أقل من Foxp3، ومستويات أعلى من بروتينات تُسمَّى سيتوكينات.

كانت هذه الخلايا التائية التنظيمية غير المستقرة موجودة بشكل واضح وغالِب في وحدة مُستضد مُحَدَّد للخلايا التائية التنظيمية، وحثت تفاعلات مناعية مضادة ذاتيًّا عند زرعها بفئران أخرى، بيد أن معالجة الخلايا التائية التنظيمية بالسيتوكين المضاد للالتهاب (إنترلوكِن 2) أعادت القدرات الوقائية للخلايا.

Immunity 39, **949–962 (2013)**

علم الآثار

الأسنان تنتقص نظرية الغزو

ناقضت رفات بشرية ـ من مقبرة تعود إلى القرن الخامس بمقاطعة أكسفورد، المملكة المتحدة ـ فكرةً سائدة حول الغزو الأنجلوسكسوني لبريطانيا.

تقول الروايات التاريخية إنّ الغزاة الجرمانيين أزالوا السكان المحليين في ذلك الوقت تقريبًا. وقد درس فريق بقيادة سوزان هيوز ـ بقيادة المنشآت البحرية والقيادة الهندسية في شمال غرب سيلفرديل، بولاية واشنطن ـ نظائر سترونتيوم وأكسجين في أسنان من بقايا 19 شخصًا. وهذا يمكن أن يكشف إنْ كان الشخص قد أكل وشرب مواد غذائية محلية، أم لا.

وتشير عيِّنة واحدة فقط من 19 عينة احتوت نظائرَ إلى أنّ ذلك الشخص جاء من أوروبا القاريّة. وكان الآخرون سكانًا محليّين لفترة طويلة، مما يدعم الفكرة القائلة إن الأنجلوسكسون اندمجوا تدريجيًّا في المنطقة.

J. Arch. Sci. **http://doi.org/p4j (2013)**

التشفير

الحفاظ على الأسرار الكَمِّيَّة

استخدم مُشفِّرو الكَمّ أجهزة في سويسرا وسنغافورة؛ لإيصال رسالة سرية في صورة "بِت" Bit ملتزمة، أي: (قيمة يتم الاحتفاظ بها سرًّا، حتى وقت معين).

يبدو التزام البِت مفيدًا في التصويت وتطبيقات أخرى، حيث تكون الخصوصية عاملا مهمًّا، لكنّ مخططات الالتزام الكَمِّي فائق الأمان أثبتت صعوبة وضْعها موضع التنفيذ.

عَرَض فيلكس بوسيير وزملاؤه ـ بجامعة جنيف في سويسرا ـ بروتوكولًا تجريبيًّا مقترحًا في عام 2012؛ لإبقاء البِتّات الملتزمة سِرِّيَّةً. يمكن لهذه التقنية المعتمِدة على ثبات سرعة الضوء مَنْعَ الاتصالات غير الآمنة بين المواقع البعيدة لفترات تصل إلى 15 ملِّي ثانية، وهي طويلة ربما بما يكفي لإتاحة التداول عالي السرعة للأسهم.

Phys. Rev. Lett. 111, **180504 (2013)**

علم الزلازل

الغاز المَحْقُون يَرُجّ الأرض

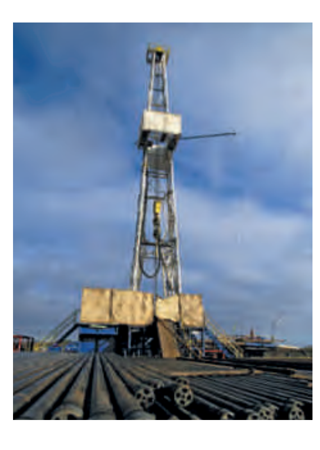
قد يكون سبب الزلازل التي هزت حقلَ نفط قديم بتكساس خلال السنوات القليلة الماضية هو حقن غاز ثاني أكسيد الكربون. والهزات السابقة بالمنطقة ارتبطت بحَقْن مياه الصرف، لكنْ هذه أوّل هزّات تُعْزَى لضخ الغاز المضغوط تحت الأرض.

وبعد عامين من بدء حَقْن كميات غاز كبيرة بحقل النفط؛ لزيادة الإنتاج (**في الصورة**)، شهدت المنطقة موجةً من الزلازل الصغيرة، بلغت قوة 18 منها بين 3 و4.4 درجة بمقياس ريختر. ومؤخرًا، حدَّد وي جان، وكليف فروليخ، من جامعة تكساس بأوستن، موضعَ وتوقيتَ الزلازل بدقة.

أظهرت مواضع الزلازل ارتباطًا بمواقع حقن الغاز. وتشير البيانات إلى حدوث انزلاق على طول صدع لم يسبق تحديده، لكنّ الحقول القريبة ـ حيث حُقِن غاز أيضًا ـ لم تُظهِر مِثْل هذا النشاط الزلزالي. ويقول الباحثون إنّ هناك حاجة إلى بيانات أكثر؛ للتنبؤ بالأماكن التي يمكن أن يُطلِق حَقْنُها بالغاز هزّات أرضية.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/pxs (2013)**

للاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/x4hhn4



اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

علم الفيروسات

فيروس إنفلونزا جديد في الخفافيش

الأكثر قراءة على plos.org في الفترة من 15 أكتوبر وحتى 14 نوفمبر

يحمل خفاش الفاكهة مسطَّح الوجه (الصورة) ـ الذي يعيش في دولة بيرو ـ فيروسَ إنفلونزا كان مجهولًا سابقًا في مجال العلوم. وفيروس H18N11 هو ثاني فيروس إنفلونزا(أ) أمكن تحديده في الخفافيش، وقد عَثَرَ عليهما فريقٌ بقيادة روبن دونيس، من مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (CDC) بأتلانتا، جورجيا. وجد الفريق تنوعًا جينيًّا كبيرًا في فيروسات إنفلونزا الخفافيش(أ): أربع من ثماني قِطَع جينات فيروسية للخفافيش تُؤوي اختلافًا جينيًّا أكثر من القِطَع الفيروسية المناظِرة في الثدييات الأخرى والطيور مجتمعةً. وكشفت تحاليل الدم أيضًا أن فيروس H18N11 يصيب أنواعًا عديدة من الخفافيش.

ولم يتم العثور على أيٍّ من فيروسات الخفافيش في البشر، لكن الاكتشافات تشير إلى أن الخفافيش خزّان لمختلف فيروسات الإنفلونزا التي يمكنها إذكاء إصابات جديدة.

PLoS Pathog. 9, **e1003657 (2013)**

SA TEAM/FOTO NATURA/MINDEN PICTURES/GETTY

الجيولوجيا

أدلة انقراض في غازات الحِمم البركانية

يُحتمل أن يكون المطر الحِمضي واستنفاد طبقة الأوزون قد أسهَما في أضخم انقراض شهدته الأرض على الإطلاق. فقد وقعت انفجارات بركانية ضخمة في سيبيريا في الوقت نفسه تقريبًا الذي حدث فيه انقراضٌ أنْهَى حقبة العصر البرمي قبل حوالي 252 مليون سنة، لكنّ كيفية ارتباط الحدثين ليست واضحة.

حلَّل بنجامين بلاك وزملاؤه ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس بكمبريدج ـ كميات الغازات العالقة في الحِمَم السيبيريّة. وأدخلَ الباحثون البيانات في نموذج للمناخ العالمي، يمثِّل الغلاف الجوي القديم. ولُوحِظ أنّ مستويات بعض الغازات المُنبعثة من المواد المنصهرة ـ كثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت ـ حوّلت الأمطار الغزيرة إلى أحماض. وربما أحدثت غازات أخرى ـ ككلوريد الميثيل ـ تآكلًا بطبقة الأوزون الواقية لكوكب الأرض.

Geology **http://doi.org/p7s (2013)**

doi.org/f2nqcn (2013)

علم العقاقير

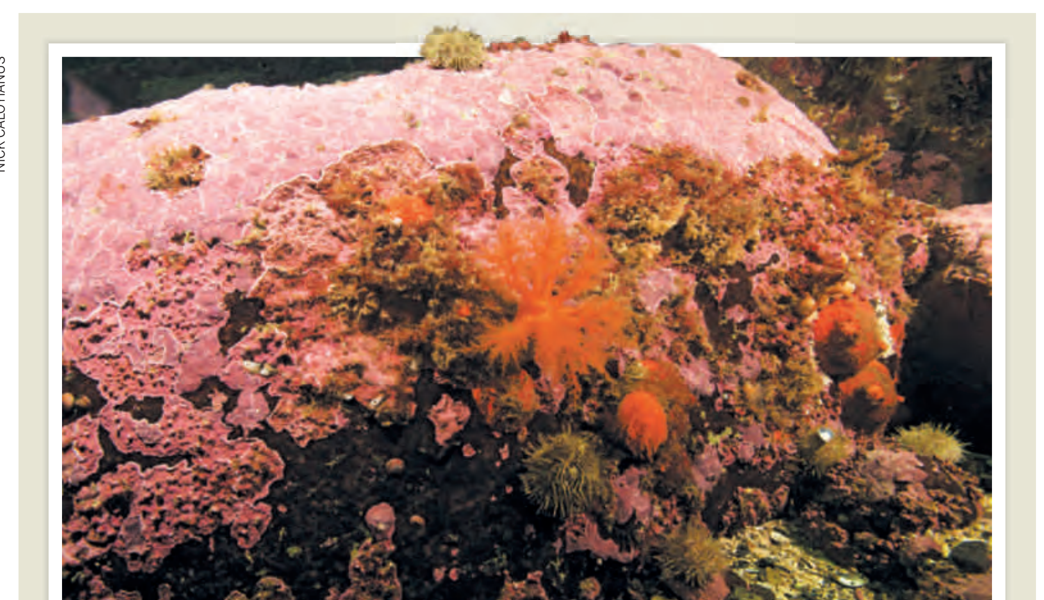
المُسكِّنات تزيل الآثار السيئة للمخدرات

يمكن التغلب على آثار القنب الهندي (الماريوانا) غير المرغوبة بالدماغ باستخدام مُسكِّنات تماثل أيبوبروفين، على الأقل في الفئران.

فقد عالج تشو تشن وزملاؤه ـ بمركز جامعة لويزيانا لعلوم الصحة، بنيوأورليانز ـ الفئران بتتراهيدروكانابينول (THC)، المادة الفعالة الأساسية بالماريوانا. ووجد الباحثون أن تتراهيدروكانابينول تُضْعِف ذاكرة الفئران وكفاءة إشاراتها العصبية، ربما من خلال تحفيز إنزيم الأكسيجيناز الحلقي-2 (COX-2).

وقام الباحثون بعكس هذه الآثار السلبية ـ واستطاعوا الحفاظ على فوائد الماريوانا، كخفض التكسس العصبي ـ عندما عالجوا الفئران أيضًا بعقار مماثل لأيبوبروفين، الذي يثبط إنزيم COX-2. ويقترح الباحثون تعزيز فوائد الماريوانا الطبية باستخدام مثل هذه المثبطات.

Cell **155, 1154–1165 (2013)**



NICK CALOYIANUS

علوم المناخ

طحلب قِشري يكشف فقدان الجليد البحري

تحفظ طبقات النمو في طحلب القطب الشمالي المُعمِّر سجل درجات حرارة المناخ في الماضي، تمامًا كحلقات الأشجار (الدالة على عمر الشجرة). وهناك عيِّنات من القطب الشمالي الكندي تشير إلى أن غطاء الجليد البحري قد تقلّص جذريًّا في السنوات المئة والخمسين الماضية إلى أدنى مستويات خلال 646 سنة من سجل الطحلب.

وتعود سِجلات الأقمار الاصطناعية إلى انكماش الغطاء الجليد البحري بالقطب الشمالي إلى أواخر السبعينات في القرن الماضي فقط. وقد وجد يوكن هالفر وزملاؤه ـ بجامعة تورونتو في ميسيسوجا بكندا ـ سجلًا جديدًا للمناخ القديم في الطحالب البحرية المرجانيّة المكتنزة، مشبَّكة الشكل *Clathromorphum compactum* (في الصورة). ويمكنها أن تعيش مئات السنين، وتبني طبقة جديدة من القشرة كل سنة.

هذا.. ويرتبط سُمْك كل طبقة ونسبة المغنسيوم إلى الكالسيوم داخلها بدرجة حرارة المياه، وكمية ضوء الشمس التي يحصل عليها الكائن الحي. ويقترح الاكتشاف طريقة جديدة لحساب كَمّ من الجليد القطبي وُجِدَ منذ مئات السنين.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/p6g (2013)**

علم الجليد

تشريح اختفاء جرف جليدي

يبدو أن التفريغ المفاجئ لآلاف البحيرات الصغيرة على سطح الأنهار الجليدية بالقطب الجنوبي قد أطلق انهيارًا مُذهلا لجرف لارسن بي الجليدي في مارس 2012.

وقد ظهرت حوالي 3,000 بركة ماء سائل صغيرة على مدى عقد من الزمن في أعلى الأنهار الجليدية المحيطة بالجرف الجليدي في شبه الجزيرة القطبية الجنوبية. واختفت هذه البِرَك في تزامن لافت قبل انهيار الجرف ببضعة أيام.

وعند إعادة ترتيب وإطلاق الأحداث في محاكاة حاسوبية، وجدت أليسون بانويل وزملاؤها ـ بجامعة شيكاجو، إلينوي ـ أن التفريغ الأوّلي لبحيرة واحدة ينتج كسورًا في الجليد كانت قادرة على تجفيف البحيرات المجاورة، بادئًا سلسلة تفاعلات كارثية.

ويرى الباحثون أن انتشار الكسور عبر الجرف الجليدي ربما يسبِّب اختفاءها المفاجئ في نهاية المطاف.

Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/p6c (2013)**

الكيمياء

عوامل حفّازة رخيصة

يحرِز الكيميائيون تقدمًا سريعًا في الاستغناء عن عوامل حفّازة تَستخدِم معادن نفيسة، كالبلاتين، والإيريديوم، مع استخدام جزيئات حفّازة، أساسها معادن أوفر. ومؤخرًا، أوردت ثلاث مجموعات طُرُقًا مُحسَّنة لإضافة الهيدروجين إلى أجزاء مُعيّنة من الجزيئات (تفاعلات "الهدرجة") المُنخرطة في صناعة العقاقير، والبوليمرات، والكيماويات الصناعية الأخرى).

دَرَّس فريق بقيادة بول تشيريك ـ بجامعة برنستون، نيو جيرسي ـ عوامل حفّازة، أساسها أملاح كوبالت بسيطة ومُغلّفة بجزيئات أخرى متاحة بشكل واسع. برعت هذه العوامل في هدرجة مجموعة متنوعة من الروابط الثنائية بين ذرات الكربون.

وصنّعت مجموعة روبرت موريس ـ بجامعة تورونتو، كندا ـ عوامل حفّازة حديدية الأساس، يُمكنها هدرجة الروابط الثنائية بين الكربون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والأكسجين، أو الكربون والنيتروجين. هذه العوامل الحفّازة أنشط من مركبات البلاتين التجارية، وانتقائية بالقَدْر نفسه في إنتاج نسخة المُركّب المطلوبة.

وجد ماتياس بلر وزملاؤه ـ بجامعة روستوك، ألمانيا ـ أن العوامل الحفّازة التي تَستخدِم حبيبات أكسيد الحديد النانوية الصلبة فعّالة في هدرجة بِنْيَة كيميائية أخرى، هي مجموعة نيترو أريل المفيدة في الكيماويات الزراعية والأصباغ، على سبيل المثال.

Science **342, 1073–1076; 1076–1080; 1080–1083 (2013)**

علم الفيروسات

لقاحات إنفلونزا أكثر فاعلية

قد تكون لفيروسات الإنفلونزا طرق للإفلات من اللقاحات أقل مما كان يُعتقد سابقًا. وتستهدف لقاحات الإنفلونزا بروتينًا فيروسيًّا يُسمى جلوتين الدم haemagglutinin، الذي يتحوّر بشكل مستمر، مما يجعل اللّقاحات غير فعالة. وقد درس ديريك سميث بجامعة كمبريدج، المملكة المتحدة، ورون فوشيير بمركز إيراسموس الطبي بروتردام، هولندا، وزملاؤهما كيفية تحوُّر بروتين جلوتين الدم؛ لتجنب اللقاحات ـ عملية تسمَّى انحراف المستضد ـ على مدى 35 عامًا، ما بين 1968 و2003.

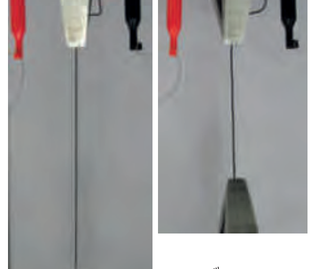
ووجد الباحثون أن سبعة من عشرة أحداث انحراف مستضد في العقود الثلاثة الماضية كانت ناجمة عن تغير حمض أميني واحد فقط في البروتين. وحدثت هذه التغيرات في سبعة أماكن فقط في البروتين، حيث تتجمع كلها قرب منطقة التقيد إلى الخلايا العائلة. وقد تؤدي هذه النتائج يومًا ما إلى لقاحات إنفلونزا أكثر فعالية.

Science **342, 976–979 (2013)**

الإلكترونيّات

تخزين الطاقة في ألياف مطاطة

تتطلب الإلكترونيات القابلة للارتداء مكوِّنات لينة قابلة للمَطّ، لكنّ هذه الأجزاء غالبًا ما تكون صحائف مسطَّحة، مما يَحُدّ من إمكانية دمجها في الأقمشة. وقد طوّر هويشنغ بنج وزملاؤه ـ بجامعة فودان بشانجهاي، الصين ـ مُكثِّفات فائقة، أي أجهزة تخزِّن شحنات كهربية في شكل ألياف فائقة المطّ، يمكن نسجها كمنسوجات.



HUISHENG PENG

وصنع الباحثون المكثفات الفائقة بتغليف ألياف المطاط بطبقات متناوبة من الإلكتروليت، ورقاقات أنابيب الكربون النانوية التي تعمل كأقطاب. وحتى عند مطّ الألياف أكثر من 100 مرة؛ لتبلغ 175% من طولها الأصلي (**في الصورة**)، فإنها لا تزال توفِّر طاقة تكافئ مخرجات غيرها من مكثفات فائقة كربونية الأساس، ومُشكّلة كألياف، لكنها غير مطّاطة.

Angew. Chem. Int. Edn **http://doi.org/f2nqcn (2013)**

علوم المواد

سطح دَبِق مغناطيسي التشغيل والإيقاف

هناك مادة مغناطيسية تُحاكي التصاقًا يتحدى الجاذبية لوسائد أقدام الوزغ، لا سيما قُدرة هذه المخلوقات على تشغيل وإيقاف هذه الخاصية.

لقد صنّع باحثون بقيادة أرَنساسو ديل كامبو ـ بمعهد ماكس بلانك لأبحاث البوليمرات بماينز، ألمانيا ـ سطحًا لاصقًا، مصنوعًا من مجموعات دعائم مجهرية بشكل حرف T، مغلفة بحبيبات نيوديميوم مغناطيسية. ولُوحِظ أنّ إطلاق مجال مغناطيسي بهذا السطح ثنى الدعائم، وعطَّل خاصية الالتصاق سريعًا. وحسب قول الباحثين.. يعمل هذا النظام القابل للعكس في الظروف الرطبة والجافة، ويمكن تحضيره والارتقاء بمستوياته بسهولة.

Adv. Mater. **http://doi.org/p8m (2013)**

علم الأعصاب

هرمون يُعزِّز الجاذبية

ربما يُسْهِم هرمون أوكسيتوسين في الروابط الرومانسية التي تُبقِي الرجال أوفياء لشريكاتهم. فقد استخدم رينيه هرلمن وزملاؤه ـ بجامعة بون، بألمانيا ـ التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي؛ لدراسة أدمغة مجموعتين، بكل منهما 20 رجلًا. وأثناء الفحص، قام أفراد إحدى المجموعتين بالنظر إلى صور شريكاتهم، وإلى إناث غير مألوفات قيّمهن الباحثون بأنهن مُتساويات في الجاذبية. أما أفراد المجموعة الأخرى، فقاموا بالنظر إلى صور شريكاتهم ونساء مألوفات، لَسْنَ من الأقارب.

قيَّم الرجال الأربعون شريكاتهم على أنهن أكثر جاذبية من النساء غير المألوفات، أو المألوفات. أمّا الرجال الذين تلقّوا بَخّات رذاذ في الأنف من هرمون أوكسيتوسين قبل الفحص، فقد أعطوا تقييمًا أعلى لشريكاتهم من أولئك الذين تلقّوا رذاذًا علاجيًّا وهميًّا. وهذه الزيادة في تقييم الجاذبية حدثت فقط مع الشريكات، وليس مع النساء المألوفات.

والرجال الذين تلقّوا أوكسيتوسين زادت لديهم أيضًا الإشارات بمراكز المكافأة في الدماغ عند رؤيتهم وجوه شريكاتهم، وليس عند رؤيتهم لصورة امرأة مألوفة.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/p74 (2013)**

علم الحيوان

حصان البحر يستخدم رأسه ليَتَوَارَى

إنّ الخَطْم (الأنف) الطويل لحصان البحر القزم (**الصورة**) يُتيح له التسلل نحو فريسته.

يمتص المخلوق فريسته بفمه بتحريك رأسه بشكل مفاجئ لأعلى، لكنْ للقيام بذلك.. يجب أن يقترب لمسافة مليِّمتر واحد من هدفه، دون أن تحسّ الفريسة بأي حركة في المياه المحيطة بها. استخدم فريق بقيادة براد جيميل ـ بجامعة تكساس في أوستن ـ تصويرًا مُجسّمًا ثلاثي الأبعاد؛ لتعقُّب تدفق المياه حول حصان البحر أثناء سباحته نحو القشريات الصغيرة. ووجد الباحثون أن الشكل الفريد لرأس حصان البحر ـ مع تَوَجُّهه ـ يخلق منطقة لا تضطرب فيها المياه عندما يتحرك حصان البحر.

ويمكن أن تُفيد النتائج في تصميم أجهزة الموائع الدقيقة التي تحتاج إلى نقل المياه بأقل اضطراب ممكن.

Nature Commun. **4, 2840 (2013)**

RANDY WILDER/MONTEREY BAY AQUARIUM/AP

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الفيزياء

رشة ملح تؤدي إلى وُعورة رقاقات الثلج

الأكثر قراءة على iopscience.iop.org الفترة من 20 أكتوبر - 19 نوفمبر

غنّ شوائب الماء هي سبب التموّجات التي تُشاهَد بأنحاء محيط رقاقات الثلج. وتتكون التموّجات طبيعيًّا في رقاقات الثلج، وهو تأثير نَسَبَتْه نظريات سابقة إلى التوتر السطحي في الطبقة الرقيقة من المياه التي تتدفق على الثلج. ومؤخرًا، حلَّل أنتوني تزو-هان تشن، وستيفن موريس ـ بجامعة تورنتو، كندا ـ 67 رقاقة ثلج نَمَت تحت نطاق واسع من ظروف المختبر. ووجد الباحثان أن رقاقات الثلج من المياه النقيّة كانت خالية من التموّج، إلا أنّ كميّة صغيرة من الملح المذاب في الماء ـ أقل من الموجود بمعظم مياه الصنابير ـ تسبِّب ظهور التموّجات. كما تكوَّنت التموّجات بشكل أسرع في الماء الأكثر مُلوحةً.

هذا.. والنظريات القائمة لا تأخذ في الحسبان آثار الشوائب في تشكيل التموّج، مما يجعل دورَ الملح في العملية لغزًا.

New J. Phys. **15, 103012 (2013)**

ثلاثـون يومًا موجـز الأخبـار

أحداث

سـربٌ ينطلق..

أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية ثلاثة أقمار صناعية، مصمَّمة لمسح المجال المغناطيسي للأرض. بدأ السرب ـ الذي تكلف 220 مليون يورو (296 مليون دولار) ـ مهمته في الثاني والعشرين من نوفمبر 2013 من قاعدة "پـلِسيـتـسِك" بشمال روسيا. تتضمن المهمة ـ التي من المقرر أن تستمر لأربع سنوات ـ قياس التغيرات الزمانية والمكانية في المجال المغناطيسي لكوكب الأرض بتفصيل غير مسبوق. للمزيد.. انظر: /go.nature.com zi2fkk وNature http://doi.org/p7p (2013).

جوائز

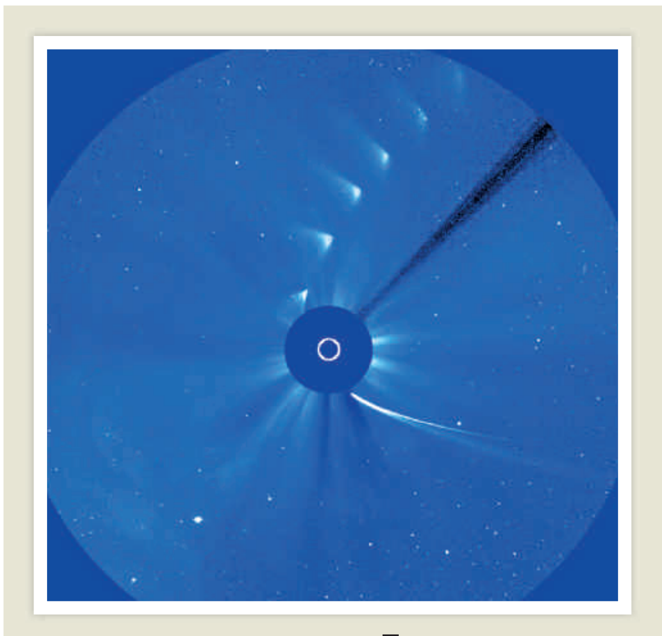
جائزة الإرشاد العلمي

مُنحت جوائز "نيتشر" للإرشاد في العلوم لعام 2013 لثلاثة علماء من إيطاليا: ميشيلا ماتّيولي، عالمة أحياء الأعصاب بجامعة ميلانو، وجورجيو باريزي، الفيزيائي بجامعة سابينزا روما، وفينتشنزو بلزاني، الصيدلاني بجامعة بولونيا. وقد سلّم الرئيس الإيطالي جورجيو نابوليتانو الجوائز في الخامس والعشرين من نوفمبر 2013 في قصر كويرينال في روما. تكرِّم تلك الجوائز سنويًّا المتميزين من المرشدين العلميِّين في بلدان مختلفة، أو مناطق مختلفة.

أحداث

غازات مُسبِّبة للاحترار

وصلت تركيزات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي إلى مستويات قياسية في عام 2012. ووفقًا لتقرير صدر في السادس من نوفمبر الماضي بواسطة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ـ ومقرها جنيف في سويسرا ـ ارتفعت مستويات ثاني أكسيد الكربون في العام الماضي إلى 393.1 جزء في المليون في المتوسط؛ أي بنسبة 141% فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية. وارتفعت كذلك غازات الاحتباس الحراري طويلة الأمد؛ التي تشمل ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، ومركبات الكربون الكلوروفلوريّة، جميعها بنحو 2.6 جزء في المليون؛ وهو ما يعادل تركيز 475.6 جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون. ووردت نتائج الرصد هذه من شبكة رصْد عالمية تابعة للمنظمة، كانت تقيس تركيزًا قياسيًّا لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بشكل يومي في شهر مايو الماضي، عند بركان ماونا لوا في هاواي (انظر: Nature **497**, 13–14; 2013).



موت مُذَنَّب

تَفَكَّكَ المُذَنَّب أيسون ISON ـ على ما يبدو ـ عند مروره بالقرب من الشمس في الثامن والعشرين من نوفمبر الماضي؛ مخلِّفًا وراءه ـ في الأغلب ـ مجرد سحابة من الغبار. خيّب هذا التفكك مراقبي السماء على امتداد نصف الكرة الأرضية الشمالي، الذين كانوا يأملون في رؤية المذنَّب الساطع بأعينهم المجردة عند خروجه من الجهة الأخرى للشمس. وقد أوضحت الصورُ التي تم الحصول عليها من المرصد الشمسي (انظر: صورة التتابع الزمني)، ومن السواتل الأخرى التي تراقب الشمس، وصولَ سطوع المذنَّب، ومقدرته على إنتاج الغبار إلى درجة قصوى قبل مروره بجانب الشمس على بُعد 1.2 مليون كيلومتر. ويُعَدّ مُذَنَّب أيسون ISON من المُذَنَّبات غير العادية، لأنه يزور الجزء الداخلي للمجموعة الشمسية لأول مرة، ولكونه مُذَنَّبًا "ماسًّا للشمس". للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/2fgjtd

ESA/NASA/SOHO/LASCO

وحيد القرن الآسيوي

تم تصوير حيوان نادر يشبه الظباء، يُسمَّى "الساولا"، للمرة الأولى منذ 15 عامًا. فقد التقط فريق منظمة "الصندوق العالمي للطبيعة" صورًا باستخدام كاميرا لتصوير الحياة البرية في فيتنام، وأعلنت المنظمة نتيجة التصوير في الثاني عشر من نوفمبر الماضي. يُعَدُّ حيوان الساولا (*Pseudoryx nghetinhensis*) ـ المُلَقَّب أحيانًا بـ"وحيد القرن الآسيوي" ـ مهدَّدًا بالانقراض، وربما لم يتبقَّ منه سوى بضع مئات. للاطلاع على المزيد.. انظر: Nature **484**, 424–425 (2012) وgo.nature.com/yerkoh.

مياه حِمضيّة

يجري تحمُّض مياه المحيطات "بوتيرة غير مسبوقة"، مع احتمال وجود عواقب وخيمة لذلك على البشر، وفقًا لتقرير صدر في الرابع عشر من نوفمبر الماضي من "الندوة الثالثة بشأن المحيطات في عالم يشهد معدلات مرتفعة لثاني أكسيد الكربون". يستعرض التقييم ما توصَّل إليه العِلْم حاليًا بشأن تحمُّض المحيطات، ويُحذِّر من أنّ مخلوقات كثيرة سوف تزداد أحوالها سوءًا في المستقبل. يَذكر التقرير أن المحيطات ستتدنّى قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، وهو ما يحدّ من دورها في تخفيف آثار تغيّر المناخ. ويضيف التقرير أن صيد المحاريّات سوف ينخفض على الأرجح، وسيتم فقدان شعاب مرجانية. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/cjejog.

إطلاق قمر صناعي

أُطلِق في التاسع عشر من نوفمبر 2013 قمرٌ صناعيٌّ أمريكي، مصمَّم لقياس إنتاج الشمس من الطاقة، من قاعدة "والِبس" للطيران، التابعة لوكالة "ناسا" في جزيرة والِبس في فرجينيا. وسوف تساعد البيانات التي يتم جمعها في تجربة تحويل معايرة الإشعاع الشمسي الإجمالي (TCTE) الباحثين على فهم تأثير الشمس على مناخ الأرض. وتهدف التجربة ـ التي تمولها الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والأجواء ـ إلى أنْ تحل محل التجربة القديمة لقياس الإشعاع الشمسي والمناخ، التي استمرت في مدارها لأكثر من عشر سنوات، أي ضِعْف العمر المخطَّط لها في البداية (انظر: Nature **469**, 457–458; 2011).

نشر الأبحاث الإكلينيكية

إنّ نتائج بعض التجارب الإكلينيكية في الولايات المتحدة لا تُنشر بصورة كاملة، أو لا تُنشر على الإطلاق، وذلك حسب التحليل الذي نُشر في 3 ديسمبر الماضي (C. Riveros *et al*. *PLoS Med*. **10**، e1001566; 2013)، إذ توصلت عملية انتقاء عشوائي لما يقارب ستمئة تجربة إكلينيكية ـ من تلك التي وُضعت نتائجها على موقع ClinicalTrials.gov ـ أنّ 50% من هذه التجارب لم تُنشر في صورة أوراق علمية. أما بخصوص التجارب التي نُشرت في مقالات، فبعض البيانات عن الآثار الجانبية والأحداث السلبية وفعالية العلاج في هذه التجارب ذُكرت بصورة أكثر وضوحًا واكتمالًا في الموقع، مقارنةً بالصورة التي ذُكرت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بها في الأوراق المنشورة. للاطلاع على المزيد.. انظر: /go.nature.com giqjbk

رؤية الأشعة السِّينيّة

سوف يصبح تليسكوب أشعة سِينيّة هو المشروع التالي الضخم لوكالة الفضاء الأوروبية، حسب تأكيدات الوكالة في الثامن والعشرين من نوفمبر 2013. وسوف تدرس المركبة ـ التي سوف تُطلَق في عام 2028، والتي تبلغ تكلفتها مليار يورو (1.4 مليار دولار أمريكي) ـ كيفية تطوُّر الغازات إلى مجرات، وكيفية نمو الثقوب السوداء، وتأثيرها على ما يجاورها (انظر: *Nature* **503**، 13–14; 2013). والمهمة التالية في جدول وكالة الفضاء في عام 2034، هي إطلاق تليسكوب فضائي لموجات الجاذبية، تبلغ تكلفته مليار يورو، وذلك حسب تصريحات الوكالة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/xwf7yc

متجوِّل القمر الصيني

أطلقت الصين أول بعثاتها الفضائية، التي تهدف إلى وضع متجوِّل على سطح القمر. فقد بدأ المسبار تشانغ إيه 3 (الحامل للمتجول، الذي سيقوم بإجراء مسح للجيولوجيا القمريّة مهمته في الثاني من ديسمبر 2013 من مركز شيتشانغ لإطلاق السواتل في جنوب غربي الصين (انظر الصورة). وقد صُممت المركبة الفضائية بحيث تقوم بعملية هبوط سَلِس (بدلًا من الهبوط التصادمي) على سطح القمر (انظر: *Nature* **503**، 445–446; 2013). وتُوُقِّع لعملية الهبوط أن تتم في منتصف شهر ديسمبر الماضي. وباكتمال هذه العملية بنجاح، تكون الصين قد أصبحت ثالث بلد بعد الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي السابق تنجح في القيام بهبوط سَلِس على سطح القمر.

إتاحة الوصول للجينوم

امتدت محاولةٌ لتشجيع الناس على جَعْل تاريخهم الطبي وتسلسُل الجينوم الخاص بهم متاحًا للجمهور، من الولايات المتحدة إلى المملكة المتحدة. فقد أعلن جورج تشيرش ـ المتخصِّص في علم الجينوم الذي يعمل في كلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس، والذي أطلق "مشروع الجينوم الشخصي" في عام 2007، وستيفان بِك، متخصِّص علم الجينوم، الذي يعمل في كلية لندن الجامعية ـ عن امتدادٍ للمشروع في المملكة المتحدة في السادس من نوفمبر الماضي، حيث سيتوجّه المشروع إلى أوروبا في عام 2014. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/izmgpo.

شخصيات

وفاة حائز "نوبل"

توفي في 19 نوفمبر 2013 فريدريك سانجر، الفائز بجائزة "نوبل" مرتين (**الصورة**) عن عمر يناهز 95 عامًا. فاز سانجر بجائزة "نوبل" في الكيمياء في عام 1958؛ لتطوير طريقة مَكَّنَته من تحديد التسلسل الكامل للأحماض الأمينية للإنسولين، وهي الطريقة التي تم استخدامها على نطاق واسع بعد ذلك مع البروتينات الأخرى. وفي عام 1980، فاز بجائزة الكيمياء مرة أخرى؛ لاكتشاف تقنية لسَلْسَلة الحمض النووي. وقد تم استخدام صيغة معدلة من طريقة سانجر للسَلسَلة في وقت لاحق؛ لفك رموز الجينوم البشري للمرة الأولى. للمزيد.. انظر: go.nature.com/lfc7yt.



سياسات

تدريس العلوم

تربَّعت كلٌّ من الصين، وسنغافورة، واليابان، وفنلندا على قمة تصنيف الدول التي يتميز طلاب مدارسها في العلوم، وذلك حسب أحدث نتائج برنامج تقييم الطلاب (PISA)، التي أُعلن عنها في الثالث من ديسمبر 2013. تُجْرِي هذه الدراسة ـ التي تقوم بها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في باريس ـ مسحًا لدرجة التحصيل في الرياضيات والقراءة والعلوم عند الطلاب الذين تبلغ أعمارهم خمسة عشر عامًا. وقد تَسَاوَى أداء الفتيان والفتيات في مواد العلوم.

جراك محاصيل معدَّلة

قد تصدر قريبًا موافقة على زراعة محصول ثالث من المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا في الاتحاد الأوروبي. ففي السادس من نوفمبر الماضي، طلبت المفوضية الأوروبية من وزراء الدول الأعضاء أن يقرِّروا ما إذا كانوا سيُجيزُون زراعة ذُرَة معدَّلة وراثيًّا، طورتها شركة "دوبونت بايونير" DuPont Pioneer ـ ومقرها مدينة جونستون بولاية أيوا، الولايات المتحدة الأمريكية ـ أم لا. كانت شركة "دوبونت" قد طلبت الموافقة على الذُّرَة للمرة الأولى في عام 2001، لكن ثمة أقلِّيَّة من الوزراء وقفت عائقًا باستمرار أمام الموافقات في الماضي. وبالتالي، تخلّت المفوضية عن الإشارة إلى هذه الطلبات، لكنها اضطرت إلى طرحها بسبب حكم قضائي صدر في سبتمبر الماضي، بعدما أقامت "دوبونت" دعوى قضائية. هذا ولن يمنع اعتماد الذُّرَة إلا تصويت الأغلبية بالرفض.

الصيد بشِباك الجَرّ

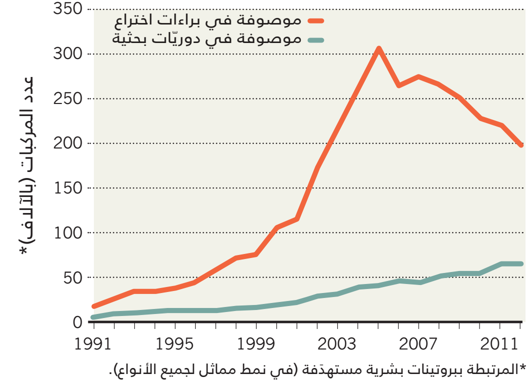
صوَّت ساسَةٌ أوروبيّون في الأسبوع الماضي من أجل حظر الصيد بشباك الجَرّ القاعِيَّة في أعماق البحار بالمحيط الأطلسي في المناطق التي تُعَدُّ فيها النظم البيئية هشة بشكل خاص. وأصاب القرارُ النشطاءَ الذين مارسوا ضغوطًا لفَرْض حظر كامل على طريقة صيد السَّمَك هذه بخيبة أملٍ، حيث يقولون إنها تضرّ للغاية ببعض الأنواع. هذا.. وسوف ينظر البرلمان ـ بكامل هيئته ـ في مجموعة اللوائح؛ التي تمت الموافقة عليها في ديسمبر الماضي مِن قِبَل لجنة مصايد السَّمَك في البرلمان الأوروبي.

قواعد تنظيم الوقود

اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية خفض متطلبات استخدام الوقود الحيوي في الخامس عشر من نوفمبر الماضي، مشيرةً إلى وجود صعوبات تقنية تَحُول دون تلبية المستويات الحالية. ويقضي المقترَح بأن يُشكِّل الوقود الحيوي 9.2% من إمدادات وقود النقل في الولايات المتحدة في عام 2014، وذلك انخفاضًا من نسبة 9.74٪ التي كانت في عام 2013. ستنخفض كذلك متطلبات الوقود الحيوي المتقدم، التي يجب أن تحدّ من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمقدار النصف على الأقل، من 1.62% إلى 1.33%. ومن المتوقَّع أن تحدّ القواعد من استهلاك الإيثانول المستخرَج من الذرة بنحو 3 مليار لتر في العام المقبل، مقارنةً بعام 2013.

مراقبة الاتجاهات

انخفض عدد بادرات العقاقير المحتملة، المنشورة في براءات الاختراع سنويًّا، على مدى السنوات السبع الماضية. ومع ذلك.. لا تزال الجزيئات المحتمَل أن تكون نشطة حيويًّا ـ الموصوفة في الدوريّات البحثية ـ في ارتفاع، وفقًا لدراسة تنقيب عن بيانات الهياكل الجزيئية في أكثر من 140 ألف براءة اختراع ومقالة منشورة بدوريّات عديدة (C. Southan *et al*. *PLoS ONE* **8**, e77142; 2013). ويشير باحثون إلى أن خفض عدد الوظائف وعمليات الاندماج بين شركات الأدوية قد يكون وراء انخفاض الناتج العالمي.



SOURCE: C. SOUTHAN *ET AL. PLOS ONE* **8**, E77142 (2013)

KEYSTONE/GETTY

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:
www.nature.com/news

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء

فيزياء الجسيمات الفيزيائيون يخططون لبناء مصادِم هادرونات أكبر، طاقته سبعة أضعاف **ص. 23**

علم البيئة منظومة إجراءات الضبط تبطئ مِنْ تقدُّم الأنواع الغريبة في الصين **ص. 26**

نشر انقسامٌ بسبب موقع مخصَّص لتبادُل أبحاث علم الأحياء قبل تحكيمها **ص. 27**

احتيال مسارات أكثر فاعلية؛ للإبلاغ عن الاشتباه في وقوع احتيال علمي **ص. 30**





KAVEH KAZEMI/GETTY

إمرأة تتلقى العلاج الكيميائي في طهران، حيث يوجد نقص في بعض الأدوية لعلاج السرطان.

سياسة

أزمــة نقــص الــدّواء في إيــران

العقوبات الدولية تتسبَّب في نقص الأدوية واللقاحات.

دِكلان باتلّر

يُحذّر باحثون في المجالات الطبيّة ومسؤولون في الصحة العامّة من أنَّ تشديد العقوبات الاقتصادية الدّولية الجائرة على إيران يتسبب في نقص خطير في أدوية ولقاحات معيّنة وتجهيزات طبيّة مهمّة أخرى في البلاد.

هذه المُستلزمات ـ إضافةً إلى مُستلزمات إنسانيّة أخرى، كالغذاء ـ مُعفاة تقنيًّا من العقوبات التي تفرضها الأمم المتحدة، الولايات المتّحدة الأمريكيّة والاتّحاد الأوروبي، والتي أدّت إلى خنق الاقتصاد الإيراني، إلّا أنّ تأثير هذه العُقوبات ـ على التبادلات الماليّة مثلًا ـ يُسبِّب نقصًا ذا تأثيرٍ حادّ على المستشفيات، ومراكز الأبحاث الطبيّة، وعلى الشعب الإيراني، حسبما يقول علي جورجي، عالِم أعصاب من جامعة مونستر في ألمانيا، ومدير مركز شِفا لبحث الأعصاب في طهران.

هذا.. وقد انخفض حجم الصادرات الدّوائيّة لإيران من الولايات المتحدة الأمريكية وحدها إلى النّصف في غضون العام الماضي، لينخفض حجم التعامل المالي من 31.1 مليون دولار في عام 2011 إلى 14.8 مليون دولار. وتُصرّح شركة الأدوية «نوفارتيس» من بازل في سويسرا بأنّ تدفق المُنتجات الطبيّة المُنقذة للحياة إلى إيران قد «تأثّر بشكل حادّ، إن لم يكن قد توقّف بالكامل».

أمّا الأدوية التي تأثّرت بشكل خاص، فهي أدوية ولقاحات مُستخدمة في علاج وحماية الأطفال، وكذلك مُضادات حيويّة وتّجهيزات خاصّة بالمُعدّات التّشخيصيّة، ما قد يُشكّل خطرًا على حياة الكثيرين، وفق ما قاله جورجي. وقد توصّلت في الشهر الماضي ست قوى عالميّة ـ بالإضافة إلى إيران ـ إلى صفقة بارزة، تقوم وِفقها إيران بتجميد نشاط برنامجها النّووي، مقابل تخفيف بعض العقوبات، إلّا أنّ الشكوك تساور جورجي وخبراء آخرين بشأنّ أيّ تأثيرات فوريّة مُحتملة لهذا على تخفيف النّقص الحالي في الدّواء.

ويرى جورجي أنّ هناك حاجة مُلحّة لوجود تقييم خارجيّ مُستقلّ للنقص في التجهيزات الطبيّة في إيران.

ويعمل جورجي من أجل نشر الوعي حيال هذه المُشكلة منذ بدايتها مطلع العام، وقد قام بتنظيم رسالة في شهر يونيو ـ وقّع عليها 70 عالِمًا وطبيبًا حول العالم ـ مُقدّمة للسكرتير العام للأمم المُتحدة، بان كي مون؛ طالبين منه التّطرّق للوضع. واعترف بان ـ في إجابته على الرسالة ـ بدور التأثير الضارّ لنقص الدّواء على الصحّة، ذاكرًا أنه «مِنَ الصعب ـ إن لم يكن من المُحال ـ على المُستوردين تسديد ثمن التجهيزات والمُعِدّات الطبيّة». وأضاف بأنّه كان يحاول «التأكّد من أنّ لأنظمة العُقوبات إجراءات واضحة وعادلة لمنح إعفاءات إنسانيّة».

إنّ إيران لديها صناعات محليّة قويّة لإنتاج الأدوية واللقاحات، إذ تُنتج 90% من الأدوية التي تستهلكها، إلّا ◀

◄ أنها في معظمها أدوية غير محدودة الملكية (جَنِيْسة generic). لذا.. على الدولة استيراد أدوية حديثة وأكثر تطوّرًا كأدوية علاج السرطان. واستيراد مثل هذه الأدوية الاختصاصية هو الأكثر تضرُّرًا بسبب تأثير العقوبات، وفق ما يراه ريتشارد جارفيلد من جامعة كولومبيا في نيويورك، الذي يدرس التأثيرات الناجمة عن النّزاعات والعقوبات الاقتصاديّة على الصحّة العامّة. ويرى كذلك أنّ الصناعات الإيرانية تعتمد ـ إلى حدّ كبير ـ على استيراد المواد الخام، في ظل هذه العقوبات، ومن الصعب عليها توفير المكوّنات اللازمة لصناعة الأدوية الأكثر تعقيدًا التي نالت النصيب الأكبر من هذه التأثيرات.

ووفق قول جورجي، هناك نقص حاد لكثير من الأدوية، بما فيها المُضادات الحيويّة، و«الكلوفارابين» لعلاج الأطفال المصابين باللوكيميا، و«ديفيراسيروكس» لعلاج الثلاسيميا، وهو اضطراب في الدّم شائع لدى الإيرانيين. ويقول إنّه شَهِد وفاة عدد من الأطفال والبالغين بسبب هذا النّقص في الأدوية خلال زيارةٍ له إلى إيران في نوفمبر الماضي. وكذلك يرى جورجي أنّ نقص اللّقاحات الروتينية للأطفال ـ التي تحمي من البكتيريا العصوية *Haemophilus Influenzae*، والتي تُسبّب التهابًا رئويًّا حادًّا والتهاب السحايا لدى الأطفال ـ ضربة أخرى. كما تأثّرت قطع الغيار والمُستلزمات الطبية للأجهزة المتطوّرة تقنيًّا، كأجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي.

ويُعتبر التعقيد القانوني للعقوبات ـ متاهة من الحظر على معاملات معيّنة، أو التّعامل مع أفراد أو منظمات معيّنة ـ مُشكلة رئيسة. يقول جارفيلد إنّ هناك غموضًا حول ما هو محظور وما هو مسموح، وهو ما حدا بكثير من الشركات الأمريكية والأوروبية وغيرها، التي قد سبق أن باعت تجهيزات طبيّة لإيران، بأن تُصبح مُترددة في الإقدام على مثل هذه التّعاملات. وقد لحق بعدد من الشركات، بما فيها مؤسسة ماليّة سويسرية، كريديت سويس وشركة وبنك ستاندارد تشارترد من لندن، غرامات تُقدّر بمئات ملايين الدولارات، بسبب وقوعها في شرك العقوبات الأمريكية ضد إيران؛ وهو ما زاد من الرّدع في التّعامل مع إيران. ويضيف جارفيلد قائلًا إنّ هناك شركات عديدة مُضطربة، قد يُنظر إليها كشركات متعاونة تجاريًّا مع دولة منبوذة في نظر العالم.

ويقول سيّد هشامُ الدّين مَدَني، رئيس قسم المُشتريات في جمعية الهلال الأحمر الإيراني في طهران، إنه حتى إنْ وَجَدَتْ المستشفيات والمراكز الطبية البحثية مُزوِّدًا لهذه التجهيزات الطبية، عادةً ما تَحُولُ العقوبات القاسية على البنوك الإيرانية والأجنبية التي تتعامل مع إيران دون إيجاد وسيلة لتحويل الأموال؛ لتسديد ثمن هذه التجهيزات الطبية.

«هناك شركات عديدة مُضطربة، قد يُنظر إليها كشركات متعاونة تجاريًّا مع دولة منبوذة في نظر العالَم»

ولمزيدٍ من التّعقيد، فإنّ العقوبات التي تؤثّر على صادرات النّفط الإيرانية قد قطعت على الدّولة المصدر الرئيس للحصول على العملات الصّعبة، وفق ما يراه مدني، مما أدى إلى انخفاض قيمة الريال الإيراني إلى النّصف أمام الدولار في غضون الأربعة عشر شهرًا الماضية؛ مؤديًّا إلى ارتفاع حاد في أسعار الأدوية.

هذا.. وقد يتحسّن الوضع، إذ أصدر «مكتب مراقبة الأصول الأجنبية» OFAC التابع لوزارة الخزانة الأمريكية تعليمات جديدة في يوليو، كاستجابة لهواجِس المُورّدين والبنوك حيال الصعوبات في إصدار إعفاءات للتجهيزات الطبيّة. وتهدف هذه التّوجيهات إلى إعادة التأكيد على «السّماح بشكل واسع» بقيام أيٍّ من البنوك والشركات الأمريكية وغير الأمريكية بتزويد التّجهيزات الطبية، وتوريد الأدوية والأجهزة الطبيّة إذا كانت تمتنع عن التّعامل مع أيٍّ من المنظمات الإيرانية التي تقع عليها العقوبات.

كما توسّع التّوجيهات قائمة التجهيزات الطبية التي بالإمكان تصديرها، دون طلب مصادقة من «مكتب مراقبة الأصول الأجنبية». ويقول جارفيلد إنّ هذا التّحرُّك هو خطوة في الاتجاه الصحيح، ولكنّه يعتقد أنّه دون وضع مقاييس فاعِلة، ليس من المحتمل حدوث تأثيرات ملحوظة تحت وطأة المُثبطات التي تواجهها الشركات في التّعامل مع إيران.

وقد بثت الاتفاقية الانتقاليّة، التي عُقدت في شهر نوفمبر الماضي بين إيران ومجموعة دول تُعرف بمجموعة P5+1ـ الولايات المتحدة الأمريكية، المملكة المُتحدة، فرنسا، روسيا والصين، بالإضافة إلى ألمانيا بضيافة الاتحاد الأوروبي ـ بعض الأمل. ووفقًا للاتفاقية، فسوف يتم تعطيل البرنامج النّووي الإيراني لمدة ستة أشهر، وبالتالي إيقاف أي تطوّر في إنتاج السلاح النّووي الإيراني، مقابل تخفيف العقوبات قليلًا.

كما تشمل الاتفاقية تزويدًا فاعِلًا لتأسيس قناة ماليّة لتسهيل التعاملات التجاريّة الإنسانية مع إيران. وقد تتطلّب هذه المسألة تحديد البنوك الإيرانية والأجنبية التي ستُمنح لها شرعيّة التّعامل لهذا الهدف، وبشكل أساسي.. توفير قناة ماليّة للمُورّدين والمستشفيات والمراكز الطبيّة الإيرانية؛ لإجراء التعاملات المالية. يُرحّب جارفيلد بفكرة هذه القناة، ويرى أنّه كان لا بد من إنشائها منذ وقت طويل، إلّا أنه يُحذِّر من أنّ إخراج مثل هذه القناة الماليّة إلى حيّز التّنفيذ مسألة أخرى. ■

سياسة

علمـاء الاجتماع يتصدون بقوة للقواعد المنظِّمة للمِنَح الدراسية

يسعى الباحثون للتصدي للقيود المفروضة على برامج المنح الدراسية التابعة لمؤسسة العلوم الوطنية.

سارة زهانج

ليس مستغربًا على السياسيين المحافظين بالولايات المتحدة أن يثيروا الشكوك حول قيمة بحوث العلوم الاجتماعية. كما تمثل كافة أنواع الدراسات، بداية من الشبكات الاجتماعية العالمية، حتى تاريخ المذاهب المحافظة في جنوب أمريكا، إغراءً تصعب مقاومته لدى الجمهوريين الذين يؤكدون أن تمويل هذه البحوث سوف يكون أعظم فائدة وأعمق أثرًا، إذا تم تطبيقه في أي مكان آخر، إلا أن الصدمة التي تلقاها الباحثون في مجال العلوم الاجتماعية في العام الماضي كانت شديدة، حيث تحولت هذه الانتقادات النظرية إلى معوقات ملموسة.

يقول هوارد سيلفر، المدير التنفيذي لاتحاد جمعيات العلوم الاجتماعية، إن: «الفارق في هذه المرة هو ما حققه هؤلاء الباحثون من نجاح». فقد قام الكونجرس في مارس الماضي بفرض قيود جديدة على بحوث العلوم السياسية التي تمولها المؤسسة الوطنية للعلوم. وإزاء الجهود الحثيثة التي يبذلها الجمهوريون ذوو النفوذ لإصدار قانون لفرض مزيد من القيود على المؤسسة الوطنية للعلوم، وإجبارها على الاقتصار على دعم البحوث التي تخدم ‹المصالح الوطنية›، فإن علماء الاجتماع الذين اكتسبوا مؤخرًا قدرًا غير قليل من الجرأة والشجاعة، لا يجدون بدًّا من الاستعداد لخوض المعركة.

«إن ذلك يمثل تدخلًا كارثيًّا في عملية التحكيم».

يقدر سلفر عدد الزيارات التي قام بها لكابيتول هيل منذ مارس الماضي بـ 25 زيارة، في محاولة للتأكيد على أن المؤسسة الوطنية للعلوم ما زالت قادرة على دعم عدد كبير من البحوث الاجتماعية والسلوكية والاقتصادية. كذلك قامت دار نشر SAGE ـ إحدى دور النشر الرائدة في مجال دوريات العلوم الاجتماعية، ومقرها مدينة ثاوساند أوكس، كاليفورنيا ـ خلال العام الماضي بإنفاق حوالي 90,000 دولار للضغط من أجل التوصل إلى تمويل مستدام للمؤسسة الوطنية للعلوم.

يؤكد الباحثون أن مشروع القانون الذي تم تقديمه في شهر مارس الماضي يتسم بالتشدد. ويتضمن هذا المشروع بندًا تم الزج به من قِبَل السيناتور توم كوبرن (النائب الجمهوري عن ولاية أوكلاهوما)، يطالب فيه المؤسسة الوطنية للعلوم بتقديم شهادة تفيد بأن كافة مشروعات العلوم السياسية التي تدعمها المؤسسة سوف تصب في خدمة الأمن القومي أو المصالح الاقتصادية للولايات المتحدة. وخلال شهر يوليو الماضي اتخذت المؤسسة الوطنية للعلوم قرارًا في اللحظة الأخيرة بإلغاء إحدى الدعوتين السنويتين اللتين تقوم بإصدارهما بخصوص المنح الدراسية في العلوم السياسية. وإذا كانت المؤسسة لم تفصل في الأسباب التي دفعتها لاتخاذ ذلك القرار، إلا أن عددًا من الباحثين يلقي باللوم على تعديلات كوبرن.

تؤكد جين مانسبريدج ـ العالمة السياسية بمدرسة جون كينيدي للحكم (التابعة لجامعة هارفارد)، كمبريدج، ماساتشوستس، والمتخصصة في العملية الديمقراطية ـ أن ذلك يمثل «تدخلًا كارثيًّا في عملية التحكيم»؛ وتضيف مانسبريدج أنها لن تتقدم للحصول

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على تمويل في دعوة المنحة الدراسية التي سوف تصدرها المؤسسة الوطنية للعلوم في يناير هذا العام، لأنها لا تعتقد أن خطة البحث التي أعدتها عن ديناميكيات التفاوض سوف تتوافق مع المعايير التي فرضتها تعديلات كوبيرن.

يبدو أن النجاح الذي حققه كوبيرن قد شجع آخرين من منتقدي البحوث الاجتماعية بالكونجرس. ففي شهر إبريل الماضي، طالب لامار سميث، (النائب الجمهوري عن ولاية تكساس) ورئيس لجنة العلوم والفضاء والتكنولوجيا بمجلس الشيوخ، المؤسسة الوطنية للعلوم بإعطاء التفاصيل الخاصة بخمس منح في العلوم الاجتماعية، معبرًا عن مخاوفه من أن هذه المنح لا ترقى لمعيار «التميز الفكري» الذي تضعه المؤسسة. كذلك عقدت لجنة سميث جلسة استماع في الأسبوع الثالث من شهر نوفمبر الماضي؛ لمناقشة تشريع يحظى بمساندة رئيس اللجنة، الذي يطالب المؤسسة بتقديم إقرار رسمي بأن جميع المنح الصادرة عنها تصب في خدمة المصلحة الوطنية في أحد المجالات الستة التالية: التنافس الاقتصادي، والصحة والشؤون الاجتماعية، ومحو الأمية العلمية، والمشارَكة بين الدوائر الأكاديمية والصناعية، وتعزيز التقدم العلمي، أو الدفاع الوطني.

والحقيقة أن فكرة المصلحة الوطنية ليست هي كل ما يؤرق أعضاء جماعات الضغط؛ فمشروع القانون الذي يتقدم به سميث لا يتضمن أرقام الميزانية، التي من المفترض أن تمثل عصب أي تشريع لتخويل السلطة، لكنه سوف يحظر على أقسام المؤسسة الوطنية للعلوم ـ بخلاف إدارة البحوث الاجتماعية والسلوكية والاقتصادية ـ تمويل بحوث العلوم الاجتماعية، ما لم يكن لهذه البحوث من الأولوية ما يجعلها تفوق كافة البحوث الأخرى. لقد ترك ذلك عديدًا من علامات الاستفهام حول ما إذا كان الجمهوريون يخططون لإلغاء ميزانية إدارة البحوث الاجتماعية والسلوكية والاقتصادية، أم لا.

يقول آخرون إن المطلب الخاص بخدمة المصلحة الوطنية ربما يصرف مؤسسة العلوم الوطنية بعيدًا عن أهدافها البحثية الأصيلة. فبحسب مايكل لوبل، مدير العلاقات العامة بجمعية الفيزياء الأمريكية: «إنهم يبعثون برسالة إلى المؤسسة الوطنية للعلوم، مفادها: «نريد منكم أن تغيروا مهمتكم». ولا يدّخر أعضاء جماعات الضغط جهدًا أثناء زياراتهم لكابيتول هيل في الضغط على المشرِّعين ومَنْ يعملون معهم للتأكيد على الآثار بعيدة المدى للأبحاث التي تمولها المؤسسة الوطنية للعلوم، حيث يذكرون ـ على سبيل المثال ـ اللوغاريتمات المستخدمة الآن لمواءمة الكلى المُتبرع بها مع أجسام المرضى التي يتم زراعتها بها.

أما ديفيد ستونر، الذي تولى إدارة علاقات المؤسسة الوطنية للعلوم بالكونجرس من 1991، حتى 2007، فيعبر عن قلقه من النهج الخاطئ الذي ينتهجه علماء الاجتماع، ويؤكد على حاجتهم إلى التركيز على صناعات خاصة، مثل شركات الميديا الاجتماعية التي تحقق أرباحًا اقتصادية طائلة، إلا أن ثمة مخاوف لدى آخرين من أن هذا التوجه سوف يدعم بعض الانحيازات ضد البحوث الأساسية. وفي هذا السياق يؤكد مايرون جوتمان ـ رئيس برامج العلوم الاجتماعية بالمؤسسة الوطنية للعلوم ـ أن: «المؤسسة الوطنية للعلوم ليست بحال «مؤسسة دعم الصناعة الوطنية». ■



تراجعت أعداد الأُسُود بشكل حاد في العقود الأخيرة. ويرجع ذلك ـ إلى حد كبير ـ إلى القتل من قِبَل البشر.

ROY TOFT/NATIONAL GEOGRAPHIC/GETTY

إيكولوجي

انقسام العلماء حول طريقة مقترَحة للحفاظ على الأُسُود

يرى البعض أن وضع السياج يوفر الحماية، بينما يرى البعض الآخر أنه يمثل تهديداً.

تريسي واتسون

تُعَدّ الأوقات الحالية قاتمة بالنسبة إلى ملك الغابة. فهناك الآن ما يقرب من 35,000 من الأُسُود الأفريقية تجوب غابات السافانا[1]، بانخفاض كبير، مقارنة بأكثر من 100,000 أسد منذ نصف قرن مضى، وذلك بسبب فقدان المواطن الأصلية، وانخفاض أعداد الحيوانات التي تتغذى عليها، وقتْلها من قِبَل البشر. وقدّرت إحدى الدراسات أن نيجيريا يعيش فيها أقل من 50 أسدًا من نوع *Panthera Leo*، بينما ذكرت عدم وجود أثر للأُسُود في جمهورية الكونغو، وغانا، وكوت دي فوار[2].

تختمر حاليًا جدلية من العيار الثقيل حول مقترح لدعم عدد الأسود قبل فوات الأوان. فقد دعا أحد الباحثين البارزين المتخصصين في هذا الشأن إلى الحد من الصراع بين البشر والأسود، عن طريق إقامة سياج حول المحميّات التي تضم الأسود البرية. انقسم العلماء حول الفكرة، حيث قال المعارضون إن السياج قد يضر أكثر مما ينفع. وكشفت المناقشة التي تلت ذلك أيضًا عن اختلافات جوهرية في الرأي حول كيفية الحفاظ على الأسود وغيرها من السلالات، وأثيرت مخاوف من أن أحد التحديات الرئيسة في الحفاظ على الأسد ـ وهو نقص التمويل ـ يتم تجاهله، بينما العلماء مشغولون بتبادل الآراء حول وضع سياج من عدمه.

عندما بدأ البحث الذي أطلق الضجة، كان كريج بيكر من جامعة مينيسوتا في سانت بول ـ الذي تتناول دراساته أسود متنزه سيرينجيتي الوطني بتنزانيا ـ يهدف فقط إلى تحديد تكلفة الحفاظ على الأسود، غير أن بياناته أسفرت عن شيء أكثر إثارة، ففي بحث نُشر في وقت سابق من العام الماضي في دورية «إيكولوجي ليترز» Ecology Letters[3]، قام هو و57 مؤلفًا مشاركًا بحساب كثافة وجود الأسود في 42 محمية طبيعية في أفريقيا، ووجدوا ـ كما يقول بيكر ـ أن المتغيرات الوحيدة المؤثرة على كثافة الأسود كانت «الدولار والسياج فقط، ولا يوجد شيء آخر». ويضيف قائلاً: «السياج له تأثير قوي وعميق جدًّا»، لأنه يمنع الأسود من افتراس الماشية والناس، مما يعني أن عددًا أقل من الأسود يُقتَل بدافع الانتقام. يود بيكر أن يقام سياج حتى حول بعض أكبر المناطق المحمية، مثل محمية سيلوس جيم في تنزانيا، التي تبلغ مساحتها 47,000 كم مربع.

أثارت الورقة البحثية مناقشات ساخنة، سواءً على الإنترنت، أم في الملتقيات، مما أدى بعد أربعة أشهر ◄

◄ من نشرها إلى الرد المشترك عليها من قِبَل 55 باحثاً[3]، حيث ادّعى الباحثون أن تحليل بيكر خاطئ، لاستخدامه الكثافة العددية للأسود كمعيار وحيد. من هذا المنطلق، يقول الباحثون إن كثافة عددية تبلغ عدة عشرات من الأسود في محمية صغيرة تُعَدّ نجاحًا، بينما يُعتبر احتواء محمية ضخمة على 600 أسد فشلًا. وحينما اقتصر المؤلفون[4] في دراستهم على التجمعات التي لا تتجاوز فيها الكثافة العددية للأسود قدرة الأرض على دعمها، ثم أخذوا في الحسبان تأثير ميزانية إدارة المحمية، لم يجدوا علاقة بين وجود السياج والكثافة العددية.

يقول المؤلف الأول لتلك الدراسة، سكوت كريل من جامعة ولاية مونتانا في بوزمان، إنه على أهمية وضع السياج حول المحميات الصغيرة المموّلة جيدًا، فإن معظم الأسود البرية في أفريقيا تعيش في محميات كبيرة بتمويل متواضع. ويضيف قائلاً: «إذا بنيتَ سياجًا، وأنفقت عليه الكثير من المال، فيمكنك الحفاظ على الكثير من الأسود بداخله. المشكلة هي أننا لا نعرف الكثير عن آلية عمل السياج في النظم البيئية الهائلة التي تعمل بميزانيات أصغر».

أجاب فريق بيكر على هذا الرد بنشر إعادة لتحليلهم[5]. وبدلاً من استبعاد تجمعات الأسود ذات الكثافة فوق المشبعة من المعادلة، خصص الباحثون لها كثافة 100%. ومرة أخرى، لاحظوا أن وجود السياج يمثل أقوى مؤشر على الكثافة العددية للأسود، حسب قول بيكر. ويعارض كريل ذلك بأن إعادة التحليل لا تُظهِر أي تأثير لوضع السياج على حجم الكثافة العددية، وبالتالي فإنه لا يزال من غير الواضح ما إذا كان وضعه سيكون له تأثير في حماية الأسد في نظم إيكولوجية طبيعية كبيرة، أم لا.

ينقسم الباحثون الآخرون حول أكثر الحُجّتين إقناعًا بالنسبة لهم. يقول مات هايوارد ـ من جامعة بانجور، المملكة المتحدة، الذي شارك في تأليف كتاب عن الحفاظ على الحيوانات عن طريق وضع سياج حولها ـ إن كلا الجانبين سجّل نقاطاً، وإن الخلاف يتجاوز الإحصاءات إلى «نقاش فلسفي عاطفي جدًّا». ويضيف قائلًا إن «بعض الناس يقولون: انظروا، نحن لا نريد أي سياج في المشهد. نحن نريد الحفاظ على الحياة البرية تتحرك أينما تريد».

ويقول كثيرون، وهم مُحِقُّون في ذلك: السياج المشيد بطريقة غير مدروسة قد يعوق بحث الحيوانات عن الغذاء في الأوقات الصعبة، كما قد يؤدي إلى وقوع خسائر في أنواع عديدة، كالفهود والكلاب البرية، التي تحتاج إلى مساحات كبيرة من الأراضي. تتساءل ناتالي بيتوريللي من معهد لندن لعلم الحيوان، والمؤلفة المشارِكة لكريل، قائلة: «هل إنقاذ الأسود فوق كل شيء آخر؟ لا يمكنك إدارة بيئة طبيعية من خلال النظر إلى سلالة واحدة فقط».

وكمائن لحوم الصيد المصنوعة من أسلاك تم نزعها من السياج تشكل خطرًا آخر. وبوسع تلك الكمائن الإمساك بالأسود والفيلة وغيرها من أنواع الحيوانات، بل وربما قتلها، وهي تمثل مشكلة خطيرة في أماكن معينة، مثل زامبيا. يقول بيكر إنه إذا بُني السياج بشكل صحيح ـ رغم تكلفته العالية ـ فإنه لن يدعم عمل الكمائن. ويقول إن هدف المعارضين المتمثل في الإبقاء على مناطق طبيعية مفتوحة ليس عمليًّا بالمرة، إذا ما أخذنا في الاعتبار الزيادة المتصاعدة لسكان أفريقيا من البشر.

لقد حاول بالفعل حشد تأييد المسؤولين الأفريقيين؛ لإقرار الحاجة إلى استخدام السياج، كما يأمل أيضًا أن تموّل الجهات المانحة المهتمة بمشاريع الحفاظ على البيئة، مثل البنك الدولي، إقامة سياج حول محمية كبيرة. وفي الوقت نفسه، فالعديد من أولئك الذين يعارضون الفكرة يفضلون أن يروا تلك الأموال تصب في أساليب قد أثبتت جدواها، مثل إنفاذ القانون.

هذا.. ويلتقي المعسكران المتعارضان أيضًا على مساحة كبيرة من الأرضية المشتركة. يقول المؤلفون المشاركون لكريل إن السياج يمكن أن يكون فعّالًا، بينما يوافق حلفاء بيكر على أنه غير مناسب لكثير من المناطق.

ويتشاجر العلماء حول هذه القضية.. «فالأسود تختفي بشكل أسرع من أي وقت مضى»، كما يقول فيليب هينشل، المتخصص في الحفاظ على الأسود بمجموعة «بانثيرا» للحفاظ على الحيوانات، الذي وقّع ورقة كريل العلمية (انظر: «أسباب للقلق»). ويضيف قائلًا: «يجب على المجتمع أن يتفق على شيء واحد، هو أن الحفاظ على الأسود بشكل فعّال يتطلب تمويلاً أكثر بكثير مما هو متاح حاليًا». ■

أسباب تدعو إلى القلق

يقسّم الباحثون الأراضي التي تقطنها الأسود الأفريقية حاليًا إلى ثلاث فئات، تدل كل منها على الإمكانية المتوقعة للنجاح في البقاء على المدى البعيد. يعيش حوالي 24000 أسد في معاقل ومناطق محمية جيدًا، حيث تعد أعدادهم مستقرة عمومًا أو في ازدياد؛ ويعيش 4000 في معاقل محتملة، حيث احتمالات البقاء على المدى الطويل أقل؛ بينما يعيش 6000 أو أكثر قليلاً في مناطق أخرى، وهم الأكثر عرضة للخطر.

أفـريقـيـا

سيرينجيتي - مارا

روها - رونجوا

لوانجوا

منتصف زامبيزي

أوكافانجو- هوانجي

كجالاجادي

تسافو - مكومازي

سيلوس

نياسا

ليمبوبو الكبير

معاقل

معاقل محتملة

مناطق أخرى

J. RIGGIO *ET AL. BIODIVERS. CONSERV.* **22**, 17–35 (2013)

1. Riggio, J. *et al. Biodivers. Conserv.* **22,** 17–35 (2013).
2. Henschel, P. *et al. CATnews* **52,** 34–39 (2010).
3. Packer, C. *et al. Ecol. Lett.* **16,** 635–641 (2013).
4. Creel, S. *et al. Ecol. Lett.* **16,** 1413–e3 (2013).
5. Packer, C. *et al. Ecol. Lett.* **16,** 1414–e4 (2013)

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة



● تليسكوب الفضاء هابل يرصد جسمًا شبيه بمذنب له ستة ذيول go.nature.com/avkvvs

أخبار أخرى

● بروتوكول مونتريال أسدى عونًا تَخَطّى مسألة ثقب الأوزون go.nature.com/g93gb6

● طريقة للتنبؤ بمؤشر «هيرش» قد تكون معيبة go.nature.com/yrmoee

● دليل هزيل على تسمم عرفات ونيرودا nature.com/nature/mpdrj & nature.com/nature/5jqggr

بودكاسـت «نيتشر»



ما العمل حيال إخفاق المضادات الحيوية؟، وجماعات تدعم المهارات الاجتماعية؟، والتعامل مع الفونونات مثل الجسيمات؟ go.nature.com/nature/podcast

NASA, ESA, D. JEWITT, J. AGARWAL, H. WEAVER, M. MUTCHLER, S. LARSON

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ANNA PANTELIA/CERN

سوف تشكل الاكتشافات التي تمت في مصادم الهادرونات الكبير ـ الذي يخضع الآن لعمليات تحديث ـ أساسًا لتصميمات المعجل القادم.

فيزياء الجسيمات

الفيزيائيون يخططون لبناء مصادِم هادرونات أكبر

سوف يبلغ محيط المعجِّل 100 كيلومتر، وسوف يستهلك طاقة تساوي سبعة أضعاف الطاقة المستخدمة في مصادِم الهادرونات الكبير.

يوجيني صامويل رايش

حينما بدأ مصادم الهادرونات الأوروبي الكبير في العمل عام 2008، لم يكن علماء فيزياء الجسيمات يحلمون بطلب شيء أكبر، إلى أن بدأ جهازهم ـ الذي بلغت تكلفته 5 مليارات دولار ـ في العمل، لكن مع اكتشاف بوزون هيجز في عام 2012، فإن مصادم الجسيمات يكون قد أوفى بوعده الأساسي؛ ولذلك.. أَحَسَّ الفيزيائيون الآن بالإثارة حول تصميم آلة قد تتمكن ذات يوم من خلافة مصادم الهادرونات الكبير.. «مصادم الهادرونات الكبير جدًّا» VLHC.

«إن وضع رؤية لعقود مستقبلية ليس أكثر من خطوة حكيمة»، حسب قول مايكل بيسكن، عالم الفيزياء النظرية في «المختبر المعجِّل الوطني» SLAC في مينلو بارك، كاليفورنيا، الذي قدم مفهوم مصادم الهادرونات الكبير جدًّا للجنة استشارية لحكومة الولايات المتحدة في الثاني من نوفمبر الماضي.

سوف تجعل هذه الآلة العملاقة كل سابقاتها أقزامًا (انظر: «سيد الدوائر»). وسوف تتصادم البروتونات فيها عند طاقات تصل إلى ما يقرب من 100 تيرا إلكترون فولت(TeV)، مقارنةً بالـ14 تيرا إلكترون فولت المخططة لمصادم الهادرونات الكبير في سيرن (مختبر فيزياء الجسيمات الموجود بالقرب من جنيف في سويسرا). وسوف يتطلب مصادم الهادرونات الكبير جدًّا نفقًا بمحيط يصل إلى ما بين 80-100 كيلومتر، مقارنةً بمحيط مصادم الهادرونات الكبير الذي يبلغ 27 كيلومترًا. وطوال العقد الماضي، لم يكن هناك غير القليل من الأموال المخصصة للأبحاث في شتى أنحاء العالم لتطوير هذا المفهوم، إلا أنه في صيف عام 2013، وفي مؤتمر سنوماس الذي انعقد في مينيابولس، مينيسوتا، اجتمع المئات من علماء فيزياء الجسيمات لكي يحلموا بالآلات التي سوف يستخدمونها في المستقبل البعيد لمجال أبحاثهم؛ وبرز مفهوم مصادم الهادرونات الكبير جدًّا كأفضل التصوُّرات.

يحذر بعض الفيزيائيين من أن مصادم الهادرونات الكبير جدًّا لن يكون سوى جزء صغير من أجندة فيزياء الجسيمات في العالم. وتشمل الأولويات الأخرى: تحديث مصادم الهادرونات الكبير، الذي سيظل مغلقًا لمدة عامين، ابتداءً من شهر فبراير 2013، من أجل تعزيز طاقاته من 7 تيرا إلكترون فولت إلى 14 تيرا إلكترون فولت، والتخطيط لبناء مصادم خطي عالمي في اليابان، من أجل مصادمة حزم الإلكترونات والبوزيترونات، بحيث تكون هذه الأبحاث مكملة للنتائج التي توصل إليها مصادم الهادرونات الكبير باستخدام البروتونات، بالإضافة إلى مشروع ضخم في الولايات المتحدة؛ لاستغلال حزم النيوترينو ذات الشدة العالية التي يولدها معجل مختبر فيرمي في باتافيا، إلينوي.

سيد الخواتم

يناقش الفيزيائيون مقترح آلة مصادمة بروتونات سوف تقزم من طاقة سابقاتها.



يقول جوناثان روسنر، عالم فيزياء الجسيمات في جامعة شيكاغو، إلينوي، الذي أشرف على مؤتمر سنوماس، إنه ينبغي أن يتم التركيز على هذه المشروعات القادمة. و«إن تسليط الضوء على مصادم الهادرونات الكبير جدًّا أمر سابق لأوانه»، حسب قوله.

وبطريقة ما، يمكن اعتبار الاهتمام بمصادم الجسيمات الكبير جدًّا علامة على رجوع علماء فيزياء الجسيمات إلى جذورهم، أي رجوعهم الى الدفع للوصول إلى طاقات أكبر فأكبر من أجل التعرف على وحدات البناء الأساسية للطبيعة.

وسوف يتحتم عليهم أن يقدموا المبررات لمطالباتهم هذه. ويوفر اكتشاف جسيم هيجز دعمًا للفكرة القائلة إن بعض الجسيمات لها كتلة، لأنها تتفاعل مع مجال هيجز المنتشر والشبيه بشراب السكر، غير أنه ما زالت هناك عدة أوجه غير مفهومة لهذا الاكتشاف، وتشمل السبب وراء ضخامة كتلة جسيمات هيجز. ومن الطرق التي يمكن بها تفسير ثقل جسيم هيجز: نظرية التناظر الفائق، حيث تتزاوج فيها الجسيمات المعروفة بأخرى أثقل، يمكن ملاحظتها في المصادمات الأكبر للجسيمات. وبالرغم من أن مصادم الهادرونات الأكبر لم يرصد أي علامة على التناظر الفائق، إلا أن بيسكن يأمل في الحصول على تلميحات دالة على هذا التناظر قبل حلول نهاية هذا العقد، إذ سوف تساعد مثل هذه التلميحات على تصميم الآلات الأكبر.

ومن أنصار الآلات الأكبر نيما أركاني حامد، عالم الفيزياء النظرية في معهد الدراسات المتقدمة في برنستون، نيوجيرسي. ففي شهر ديسمبر الماضي، ساعد هذا العالِم في تدشين معهد في بكين، يُدعى معهد مستقبل فيزياء الطاقة العالية. وحسب قوله، فإن أحد الأجزاء الجلية لمهمة هذا المعهد هو استكشاف الفيزياء التي قد يستقصيها مصادم البروتونات المستقبلي. ويقول ويليام بارليتا، عالِم فيزياء المعجلات في معهد ماساشوستس للتقنية، إن هذا العمل بالغ الأهمية للتعرف على الحجم الأمثل للآلة، وسوف ينتج القيمة القصوى من المعرفة العلمية لكل دولار يتم إنفاقه عليها. ويقول: «إننا لن نقدم حججًا غير مدعمة بالأسانيد».

ويضيف بارلتا قائلًا إنه من أجل بناء آلة تعمل على 100 تيرا إلكترون فولت، سوف يحتاج الفيزيائيون لتطوير مغناطيسيات فائقة التوصيل، يمكنها العمل عند مجالات أعلى بكثير من الجيل الحالي. وقد تصل قيمة هذه المجالات إلى 20 تسلا، مقارنة بالـ14 تسلا الحالية. وإحدى المواد المرشحة الرئيسة لمثل هذه المغناطيسيات هي قصدير النيوبيوم، الذي يمكنه تحمل مجالات أعلى، إلا أنه مكلف ويحتاج تبريدًا في درجات حرارة تقل عن 18 كلفن.

يطوِّر مختبر سيرن خططه الخاصة لمصادم شبيه بمصادم الهادرونات الكبير جدًّا. ويقود عالم فيزياء المعجلات في سيرن مايكل بيندكت دراسة «لمصادم جسيمات عند طاقات عالية جدًّا» الذي سوف يمر بأسفل بحيرة جنيف. وسوف يكون لهذا المصادم الخصائص الرئيسة ذاتها لمعجل الجسيمات الكبير جدًّا: محيط يتراوح طوله ما بين 80-100 كيلومتر، تبلغ طاقة التصادم فيه 100 تيرا إلكترون فولت. ويرى بيندكت أن العمل في بناء هذا المصادم قد يبدأ في العقد الثالث من القرن الحالي، بحيث يكتمل العمل على الآلة بعد فترة بسيطة من إغلاق مصادم الهادرونات الكبير بصورة نهائية في عام 2035. «لا أحد يرغب في أن ينتهي الأمر بحدوث فجوة كبيرة في أبحاث فيزياء الطاقة العالية»، حسب قوله. ويضيف قائلًا إنه من المبكر جدًّا تقديم تكلفة لهذا المشروع، إلا أن الفيزيائيين الآخرين يأملون أن تقِلّ تكلفة مصادم الجيل القادم عن 10 مليارات دولار؛ لكي يكون تنفيذ هذا المشروع معقولًا من وجهة النظر السياسية. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


TED ALJIBE/AFP/GETTY

عاصفة ارتفاعها 6 أمتار دمرت مئات الكيلومترات من الشواطئ الفلبينية.

الكوارث الطبيعية

مخاطر إجراء الأبحاث في مناطق إعصار هايان

يستعد علماء الجيولوجيا والمهندسون وعلماء الاجتماع للسفر إلى الفلبين؛ لدراسة آثار الدمار الذي خلفه إعصار هايان قبل بدء مشروعات إعادة الأعمار.

سارة زانج

عندما اجتاح إعصار هايان الفلبين في بداية شهر نوفمبر الماضي، برياح تجاوزت سرعتها 300 كيلومتر في الساعة، صُنِّف كأقوى عاصفة تضرب الأرض في التاريخ الحديث. ولفهم مدى هول إعصار هايان، يجب على العلماء دراسة السجلات الجيولوجية. لهذا السبب.. يستعد ديفين والاس الذي يدرس آثار العواصف القديمة في جامعة جنوب ولاية مسيسيبي في هاتيسبيرج للذهاب إلى الفلبين في الأسابيع القليلة المقبلة. ويأمل أن يدرس مدى تكرار تعرض الفلبين للعواصف المدمرة، من خلال مقارنة الرمال الخشنة التي خلّفها هايان بالطبقات المماثلة في عينات الرواسب العميقة التي تمثل آلاف السنين من التاريخ.

وفي الوقت الحالي، يمثل توفير الغذاء، والمأوى، والرعاية الصحية الأولويات العاجلة في الفلبين، حيث قضى 5000 شخص نحبهم، وتشرد أكثر من 4 ملايين شخص من منازلهم نتيجةً لإعصار هايان. وفي الفترة الزمنيةالقصيرة ـ التي تفصل بين جهود الإغاثة الإنسانية الفورية، وقبل مشروعات إعادة البناء والإعمار التي سوف تستمر لفترة طويلة ـ يتاح للعلماء مختبر فريد لجمع البيانات في مجالات مختلفة، مثل علوم المناخ والهندسة المدنية والعلوم الاجتماعية. ويعلم الباحثون الذين يدرسون الكوارث الطبيعية أن عملهم يعتمد على المِحَن التي يعاني منها الآخرون، لكنهم يأملون أن تسهم أبحاثهم في تخفيض أعداد ضحايا وخسائر الكوارث المستقبلية.

وينبغي أن تتحلى هذه الأبحاث بالسرعة في ظل الوقت القصير المتاح لها، حيث إن التوقيت غير متوقع، وكل شيء يحدث بسرعة، ولا توجد سوى أسابيع قليلة تفصل بين كتابة مسودة مقترح المنحة، والصعود إلى الطائرة للذهاب إلى موقع الكارثة. يقول أندرو كينيدي، المهندس المدني في جامعة نوتردام في إنديانا، الذي يدرس التهديدات التي تشكلها خطورة العواصف القوية: «تشكل الترتيبات والتجهيزات نحو 80% من الوقت. أما نسبة الـ20 في المئة الباقية ـ التخطيط للأمور العلمية ـ فهي أسهل بكثير».

بعد أن اجتاح إعصار «ساندي» سواحل نيوجيرسي في 2012، ذهب فريق كينيدي إلى كل المنازل في إحدى المدن الساحلية؛ ليستطلع تفاصيل الضرر الذي وقع على أكثر من 600 منزل. واختار كينيدي المنطقة على أساس صور الأقمار الصناعية بعد العاصفة، التي كشفت دمارًا كبيرًا، وذلك حتى يمكنه معرفة سبب الإطاحة الكاملة ببعض المنازل؛ لتصبح أثراً بعد عين، بينما فقدت منازل أخرى ألواحًا من أسقفها فقط. فهناك منازل عديدة تعاني من ضعف الربط بالقواعد، ولم تستطع تحمل القوة الأفقية للعاصفة. كما عانت المناطق التي لم تكن محمية بكثبان رملية مرتفعة. ولمحاولة فهم تأثير طفرة العاصفة وآليات الموجات، أسقط كينيدي أجهزة قياس في عمق البحر. ويرغب كينيدي الآن في توسيع نموذج التنبؤ بالضرر، الذي يمزج بيانات المحيط والمباني؛ ليشمل الفلبين.

يعلم كينيدي أنه مضطر إلى الإسراع.. بسبب قلة مصادر التمويل المتوقعة. ويقول عن ذلك: «إذا كانت هناك عاصفة متوقعة، فإنني أتصل بالجميع الذين أعرفهم، وأسألهم: هل من الممكن الحصول على أي منحة مالية؟». وقد حصل كينيدي على منح صغيرة من هيئة مهندسي الجيش الأمريكي، وهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. أما المؤسسة الوطنية للعلوم، فلديها برنامج منفصل، اسمه «أبحاث الاستجابة السريعة» RAPID، الذي يتتبع العروض التي تتطلب جمع بيانات بصورة عاجلة. ورغم انكماش فترة المراجعة والتقييم من شهور إلى أسابيع، فإن شيك المنحة يستغرق أيضًا وقتًا حتى يصل. ذهب كينيدي إلى موقع إعصار «ساندي» خلال شهر، بعد أن علم أن برنامج أبحاث الاستجابة السريعة ستموِّل أبحاثه، لكنه لم يحصل على المال، إلا بعد شهر من عودته.

وحسب قول لويز كومفورت، المحلِّلة السياسية في جامعة بترسبرج في بنسلفانيا التي ترغب في دراسة استجابة الفلبينيين ومنظمات الإغاثة، يُعَدّ تحديد وقت الزيارة البحثية في أعقاب الفوضى التي تخلفها الكوارث أمرًا في غاية الصعوبة. فبعد الزلزال الذي ضرب هايتي في 2010، قضت لويز كومفورت عدة أيام في مقابلة المسؤولين من المنظمات الحكومية وغير الحكومية. ووجدت أن هناك انعدام ثقة كبيرًا بين الهايتيين ومنظمات الإغاثة الدولية، التي كانت تتحدث باللغة الإنجليزية، وغالبًا ما تتجاهل بناء علاقات المشاركة المحلية. وقالت كومفورت إنه تم اتخاذ قرار الذهاب إلى هناك بعد مرور خمسة أسابيع على الكارثة؛ لإتاحة الفرصة لموظفي الإغاثة لأداء أعمالهم وإجراء المقابلات، بينما خبرات الناس لا تزال حاضرة في أذهانهم. وقالت أيضًا: «لقد ذهبت بعد الكارثة مباشرة، حيث ترى الأشياء وهي تحدث، لكن من الصعب أن تقاطعها».

> **«إنك لن ترغب ـ كعالِم ـ في التدخل في الصورة الكبيرة الواقعة هناك».**

وبالنسبة إلى ديفين والاس، يُعَدّ الوقت هو الأساس، حيث يجب على الباحث أن يحصل على العينات قبل أن تغير جهود إعادة الإعمار من الرواسب التي تراكمت على الشواطئ. وقد استرجع خبرته كخريج في نيو أورليانز، عندما دمَّر إعصار «كاترينا» المدينة، قائلًا: «من الواضح أن هناك توازنًا دقيقًا.. وأنا أعلم هذا التوازن، فأنتَ كعالِم لا ترغب أبدًا في التدخل في الصورة الكبيرة الواقعة هناك». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


MEDICAL MUSEION/UNIV. COPENHAGEN

شكَّلت المصفوفات الدقيقة المضاءة جزءًا من المعروضات في متحف طبي في كوبنهاجن في عام 2011.

تاريخ العلوم

متاحف تبحث عن أجهزة عِلْم الجينوم العتيقة

تتكاتف جهود جامعي الأجهزة؛ لإنقاذ معدات تم «تَكْهينها».

هايدي ليدفورد

يقبع في مصنع مظاريف سابق جهازٌ لونه رمادي وأزرق، أشبه بصندوق في حجم الفرن، يمثل عاشر مقتنيات متحف العلوم بولاية ماساتشوستس في هذا العام. إنه مُلقِّم عينات المستعمرات، وهو ذراع روبوتية تلتقط عيِّنات بكتيريا من أطباق «بِتْري»، وتقوم بتقطيرها في صينية بها 96 عينًا، حيث يتم استخراج الحمض النووي، وتكراره، وتعيين تسلسله. وفي مطلع هذا القرن، كان الجهاز يدعم بحوث علم الجينوم في «معهد وايتهيد للأبحاث الطبية الحيوية» في كمبريدج بولاية ماساتشوستس. أما الآن، وبعد «تكهينه»، يوجد الجهاز في مخزن يتبع «متحف معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا»، بين ماكينة خياطة من عِقد العشرينات وحاسوب تناظري من الخمسينات.

ربما يجد باحثو علم الجينوم صعوبة في تصديق أن زائري المتحف سوف يكترثون لرؤية قطعة مألوفة من معدات المختبرات، مثل مُلقِّم عيِّنات المستعمرات. وهذا هو لب المشكلة في نظر أمناء متاحف العلوم والتكنولوجيا. «لا يوجد لدى معظم العلماء أدنى فكرة عن دواعي الحفاظ على هذه المعدات»، كما يخبرنا توماس سودركفيست، مدير المتحف الطبي في العاصمة الدنماركية، كوبنهاجن. ويضيف سودركفيست: «إنهم يتخلصون منها ببساطة».

وفي العامين الماضيين، تضافرت جهود اتحاد مكوَّن من حوالي اثني عشر متحفًا للعلوم على ضرورة الحفاظ على أجهزة عتيقة من عهد ثورة علم الجينوم، وذلك في محاولة معروفة باسم «مبادرة المتاحف المعنية بعلم الجينوم». كان منبع المبادرة هو خشية ألّا تواكب عملية جمع الأجهزة العلمية معدل الابتكار في زمن تقليص موازنات المتاحف. وقد تبدَّى هذا القصور في مختلف التخصصات، وفق ما ذكره سايمون شابلن، رئيس مكتبة «وِيلكَم كولِّكشن» لتاريخ الطب الحيوي في لندن، التي انضمت أيضًا إلى المبادرة. ويقول شابلن إنه من المنطقي أن يركز أحد المساعي على علم الجينوم، لِمَا للحقل من أهمية في مجال الطب، واجتذابه لاهتمام الجمهور، ومعدل نموه السريع منذ أواخر التسعينات. وينبِّه شابلن قائلًا: «إنّ هناك خطرًا حقيقيًّا ـ إذا لم نبادر بالتصرف ـ أنْ يضيع تراث علم الجينوم».

كاد هذا أن يكون مصير واحد من جيران مُلقِّم عيِّنات المستعمرات، وهو جهاز يحمل الجزء العلوي منه سيرًا ناقلًا. كانت وظيفته فيما مضى تحريك صينية مُلقِّم عيِّنات المستعمرات ـ ذات الست وتسعين عينًا ـ بين محطات (تم تسمية كل منها على غرار محطات خط مترو الأنفاق الذي يمر عبر كمبريدج) لإعداد العينات لمرحلة تعيين التسلسل. وقد عثر جون ديورانت، مدير «متحف معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا» في كمبريدج، على الجهاز مصادفةً منذ سنة تقريبًا، عندما كان يُنقِّب في محتويات منشأة تخزين تابعة لمعهد «برود» Broad القريب.

كان من المقرَّر التخلص من الجهاز، على الرغم من استخدامه خلال ذروة السعي المحموم لتعيين تسلسل الجينوم البشري الأول. يقول ديورانت «لقد نظرنا إلى الجهاز، وقلنا على الفور: سوف نأخذه».

يُشبِّه ديورانت عمله بدور جامع الفن المعاصر، إذ عليه أن يتنبأ بالأشياء التي ستكون لها قيمة بعد مرور عقود من الآن. ويقوم مستشارون علميُّون بمساعدة أمناء المتاحف في هذا التقييم. ويقول روبرت بَدْ، كبير أمناء قسم العلوم والطب في متحف العلوم، الذي شُيِّد منذ قرن من الزمان في لندن – مقر «بيبي بلو»؛ وهو نموذج أولي من جهاز يقوم بإجراء تفاعل البوليميراز المتسلسل من أجل تكرار أجزاء من الحمض النووي – إنّ «مبادرة المتاحف المعنيّة بعلم الجينوم» تهدف إلى مساعدة أمنائها على تحديد الأولويات وتوحيد الجهود، من خلال إنشاء قائمة بالقِطع المقترح اقتناؤها. ورغم ذلك.. يرفض بَدْ تسمية كل الأجهزة التي قد يضعها على رأس قائمته بالأشياء التي يرغب في شرائها، قائلاً: «في اللحظة التي أفصح فيها عن شيء ما، تزداد قيمته». ولحُسْن الحظ، وعلى نقيض الفن المعاصر، نادرًا ما يتم شراء معدات المختبرات بعد تكهينها بأسعار مرتفعة. وبدلاً من ذلك.. تكمن التكلفة في التخزين، لا سِيّما بالنسبة للأجهزة الكبيرة. وإذا ما أرادت المتاحف أن تظل الآلات جاهزة للتشغيل، فقد يكون أجر الفنيين الاستشاريين المناسبين وسعر قطع الغيار مكلفًا، حسب قول هيذر إريكسون، رئيس «مؤسسة العلوم الحياتية» في سان فرانسيسكو، بولاية كاليفورنيا؛ وهي منظمة غير ربحية، تهدف إلى الحفاظ على المعلومات التاريخية بشأن التكنولوجيا الحيوية. (يكون مُلقِّم عينات المستعمرات لافتًا للنظر عندما تعمل ذراعه الروبوتية، ولكنه لا يعدو عن كونه مجرد صندوق عندما يتعطل).

يمثل إضفاء جاذبية بصرية على الأجهزة العتيقة تحديًا آخر، من وجهة نظر سودركفيست. وعلى مدار السنوات الخمسين الماضية، وهي الفترة التي أصبحت خلالها الأجهزة الإلكترونية مُصَغَّرة وصارت تقنيات التصنيع موحدة، أفسحت الآلات الجميلة القديمة والمصممة حسب الطلب المجال لصناديق رمادية تخلو من الإبداع. «نحن نعمل مع المزيد والمزيد من الأدوات المجردة» كما يقول سودركفيست. «فهل يبدو جهاز تعيين تسلسل الحمض النووي مختلفًا عن غسالة صحونك؟»

يرى سودركفيست أن دوره في المبادرة يتجلى في إكساب «غسالات الصحون» هذه بعض الإبهار البصري. وفي عام 2011، ساعد سودركفيست في إعداد معرض لمصفوفات الحمض النووي الدقيقة (وهي شرائح مغلفة بعشرين ألف قطعة فذّة من الحمض النووي) المستخدمة في تجربة لمرض السكري. وقام متحفه بحفر ثقوب في قرابة 600 مصفوفة، وعلّقها من السقف، مع إضاءتها باستخدام الألياف البصرية. وتتسم بعض الأدوات بجاذبية أكثر وضوحًا، وهي محل رغبة شديدة لأمناء المتاحف. وتلمح في عيني ديورانت نظرة حالمة عندما يناقش شاشة العرض التي كانت معلقة في صالة الاستقبال في «معهد ويلكَم تراست سانجر» في كمبريدج، بالمملكة المتحدة، في منتصف التسعينات خلال فترة مشروع الجينوم البشري، وهي شاشة عرض رقمية تُظهِر أحرف الحمض النووي التي تم تعيين تسلسلها في اليوم السابق. حينها، كان المعدل الذي تظهر به القواعد «A» و«T» و«C» و«G» لا يُركِّز على التطورات في مجال تكنولوجيا تعيين التسلسل فحسب، ولكن أيضًا على رسالة المعهد في أن يجعل التسلسل متاحًا للجمهور.

لا يزال معهد سانجر يحتفظ بلوحة العرض، ويعرضها أحيانًا على المجموعات المدرسية الزائرة، لكنها لم تعد ◀

SCIENCE MUSEUM, LONDON

«بيبي بلو»، نموذج أوّلي من جهاز تكرار الحمض النووي.

ترحب بالزائرين في صالة الاستقبال؛ لأن النظام لا يمكن أن يتماشى مع سرعات تعيين التسلسل الحديثة. يقول بَدْ إن متحفه يرغب في الحصول عليها. وعلى جدول أعمال بَدْ يوجد أيضًا جهاز لتعيين التسلسل من الشركة البريطانية «أكسفورد نانوبور تكنولوجيز». ولا تُعَدّ هذه الأجهزة ـ التي باستطاعة بعضها تعيين تسلسل الجينوم البشري في غضون 15 دقيقة ـ عتيقة بعد؛ فهي لم تصدر تجاريًّا حتى الآن، وتصطف المختبرات في مختلف أنحاء العالم من أجل الحصول على الدفعة الأولى (انظر: *Nature* http://doi.org/p8j; 2012). ويعتقد بَدْ «أن اقتناء أحدها سيكون من أصعب العمليات»، لكنه يكمل قائلًا: «بيد أنّ المعهد قائم منذ مئة سنة تقريبًا، وسننتظر..». ■



قامت الخنفساء الحمراء بإبادة أكثر من 10 ملايين شجرة صنوبر في آخر 15 سنة.

علم البيئة

الصيـن تحـارب جيشًا من الأنـواع الغـازِيَة

منظومة من إجراءات الضبط تبطئ من تقدُّم الأنواع الغريبة.

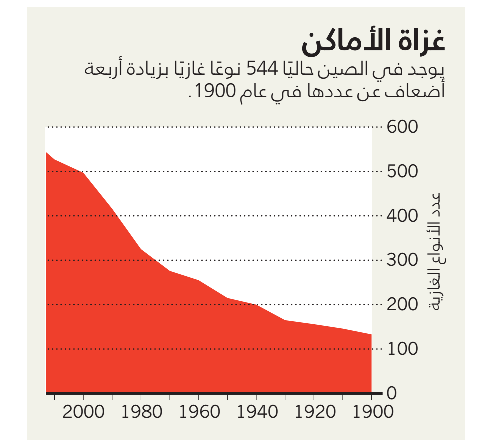
جين كيو

عندما فتحت الصين أبوابها للتجارة الدولية في السبعينات من القرن الماضي، لم يكن كل ما وصل إليها من الخارج موضع ترحيب. فبشكل موازٍ لتدفق السلع الغربية والتقنيات الجديدة، تعرضت الصين إلى تسرب كائنات حية غريبة. يكشف تقييم شامل وحديث وجود 550 نوعًا غير محلِّي ما بين الفيروسات إلى السَّمَك والثدييات، تحولت إلى أنواع غازية في الدولة (انظر: «غزاة الأماكن»). تكلف هذه الأنواع الصين حوالي 15 بليون دولار من الخسائر سنويًّا، من خلال الإضرار بالمحاصيل والغابات بشكل خاص.

قال لي بو، مدير مكتب إدارة الأنواع الغازية في وزارة الزراعة في بكين، خلال مشاركته في المؤتمر الدولي الثاني حول الأنواع البيولوجية الغازية في مدينة كينجداو في شهر أكتوبر 2013: «مع ازدياد حجم التجارة الدولية، ازداد أيضًا عدد الأنواع الغريبة».

ومنذ عام 2000، قامت الصين بتشديد أنظمتها التشريعية حول استيراد المواد النباتية، وطبّقت إجراءات حجر متشددة. كما أنفقت أكثر من مليار دولار؛ لتأسيس قواعد بيانات حول الأنواع الغازية ومراقبة انتشارها، والبحث في الطرق التي تستخدمها الأنواع الغازية للانتشار، كذلك التأثيرات الإيكولوجية، وتطوير تقنيات السيطرة عليها. أدى ذلك إلى «ثورة في البحث العلمي»، كما يقول وان فانجهاو وهو باحث إيكولوجي في معهد حماية النباتات في الأكاديمية الصينية للعلوم الزراعية في بكين.

يقوم وان حاليًا بالانتهاء من تنفيذ مشروع بقيمة 10 ملايين دولار، استمر على مدار عشر سنوات، ومُمَوَّل من قِبَل وزارة العلوم والتكنولوجيا، وذلك لدراسة الأنواع الغازية في الزراعة والغابات. وفي اجتماع كينجداو، حيث تم عرض بعض النتائج، أظهر العلماء كيف يمكن للفهم الأفضل لما يصنَّف كأنواع غازيّة أن يسهم في تطوير ضوابط فعّالة ضدها.



RUNZHI ZHANG



وإحدى الحالات الجديرة بالذكر هي للذبابة البيضاء Bemisis tabaci، وهي حشرة تتغذى على الأنسجة الوعائية للنبات، المسماة «اللحاء». تسبِّب هذه الحشرة ضررًا مباشرًا عن طريق التغذية، وغير مباشر عن طريق نقل الفيروسات النباتية. وقد أدّت إلى تدمير إنتاج محاصيل الخَضْرَاوات والقطن في كل المقاطعات الصينية، باستثناء التبت. في جائحة كبيرة حدثت عام 2009 «تم إصابة ربع مزارع الخضروات على المستوى الوطني بمساحة 200 ألف هكتار وهذا ما أدى إلى تراجع الإنتاج بنسبة 50% إلى 80%»، كما يقول ليو شوشنج، عالِم الحشرات في جامعة زيجيانج في هانجزو.

تمكّن الباحثون الآن من إيقاف تقدُّم الذبابة البيضاء، عن طريق استراتيجيات، مثل: زراعة أنواع من المحاصيل مقاومة لهذه الآفة، والفصل ما بين الشتلات لتقليص انتشار الآفة، واستخدام مستويات منخفضة من المبيدات الحشرية، وتطبيق وسائل المكافحة الحيوية عن طريق الأعداء الطبيعيين لهذه الآفة، وهو ما تسبب «في عدم حدوث جائحة كبرى منذ عام 2009»، كما يقول وان.

أحد الأنواع الغازية الأخرى الذي تم ضبط انتشاره هو الخنفساء الحمراء Dendroctonus valens. تقوم هذه الحشرة في أمريكا الشمالية بمهاجمة الأشجار الميتة، أو المريضة. وبعد إدخالها إلى الصين في الثمانينات، قامت بإبادة أكثر من 10 ملايين شجرة صنوبر في المقاطعات الشمالية منذ عام 1999.

وجدت دراسة قام بها صن جيانجهوا، وهو عالم حشرات في معهد علم الحيوانات في الأكاديمية الصينية للعلوم في بكين، أن التفاعل ما بين الخنافس ونوع الفطريات الذي يعيش بطريقة تكافلية معها *Leptographium procerum* يعتبر عنصرًا أساسيًّا في «تغيُّر الشخصية» الذي حدث لهذه الخنافس لدى وصولها إلى الصين (J. Sun *et al*. *Annu. Rev. Entomol*. **58**, 293-311;2013). يقول صن إن «الفطر قد حدثت له طفرة جعلته يتحول إلى نوع وراثي جديد». وهذا النوع الجديد يؤدي بالأشجار إلى إطلاق كميات كبيرة من المركب الكيميائي 3 - كارين، وهو مادة جاذبة بشدة للخنافس، ولا يتم إنتاجها استجابةً لنوع الفطريات المرافق للخنافس في أمريكا الشمالية.

أدى هذا الاكتشاف إلى سلسلة من المشاريع الناجحة لخداع هذه الخنافس باستخدام مادة 3 - كارين. يُعتبر هذا التوجه جزءًا من برنامج متكامل لإدارة الآفات، بدأ في عام 2007، حسبما يقول صن، ويتضمن أيضًا استخدام مواد كيميائية أخرى لجذب الآفات، وكذلك استخدام المبيدات الحشرية، وجهود لاستبدال الغابات المكونة من نوع نباتي واحد بغابات مكونة من عدة أنواع.

CHINESE ACAD. AGRIC. SCI.

ونتيجة لذلك.. بات انتشار الخنفساء الحمراء خاضعًا للسيطرة، كما يقول صن. حاليًّا تتعرض أقل من شجرة واحدة من بين ألف شجرة للإصابة بهذه الآفة، مقارنة بنسبة 3 من أصل 10 في مقاطعة شانجزي في عام 2001 خلال واحدة من أسوأ حالات انتشار المرض.

تزيد اكتشافات صن من إمكانية «إعادة غزو» الولايات المتحدة من قبل الخنفساء الحمراء، ونوع الفطر الصيني الذي يعيش معها تكافليًّا، كما يقول دانيال سيمبرلوف،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وهو عالم بيئي في جامعة تينيسي في كنوكسفيل، مضيفًا «إن التأثيرات التي يمكن أن تحدث على مستوى السياسات كبيرة جدًّا».

إنّ ما يحدث في الصين يعتبر مهمًّا لبقية العالم، كما تقول هيلين روي، المختصّة بعلم الحشرات الإيكولوجي في مركز الإيكولوجي والهيدرولوجي في والينجفورد في المملكة المتحدة. وتضيف: «الغزو البيولوجي هو طريق «ثنائي الاتجاه»، حيث إن أصل معظم أنواع الآفات التي تصيب الغابات في أمريكا الشمالية هو من الصين، كما أن بعض هذه الأنواع المصدرة أدى إلى إحداث دمار شديد في أوروبا. وعند التعامل مع الأنواع الغازية، يعتبر التعاون الدولي مهمًّا للغاية، كما تقول روي، التي قامت بدراسة غزو الدعسوقة (خنفساء صغيرة) الملونة *Harmonia axyridis* في أوروبا وتقوم حاليًا بالتعاون مع باحثين صينيين بمحاولة فهم سلوك الحشرة وأعدائها الطبيعيين؛ على أمل التوصل إلى تطوير إجراءات سيطرة فعالة.

إنّ الأمور الإدارية في الصين تؤدي أحيانًا إلى تعطيل عمل العلماء، كما يقول وان. فعلى سبيل المثال.. تدخل الكثير من الأنواع الغازِيَة الصين عن طريق الالتصاق بالمخلفات التي يتم استيرادها من الدول المتقدمة (حيث يعتبر التخلص من المخلفات صناعة مهمة في الصين). ولا تُعرَف بالضبط أيّ وزارة هي المسؤولة عن فحص ومراقبة الشحنات. وإضافة إلى ذلك.. فإن مواجهة الأنواع الغازية تتطلب تدخلًا من عدة وزارات، حيث يقول صن: «هناك حاجة إلى تنسيق أفضل، وتبادل المزيد من المعلومات بين هذه الوزارات».

على أية حال، فإن مشكلة الأنواع الغازية لن تنتهي حيث يقول وان «مع احترار المناخ وزيادة التجارة الدولية والتحضر السريع، فإن مشكلة الغزو البيولوجي سوف تصبح أسوأ، وعلينا أن نستمر في مراقبة حثيثة للأنواع التي قد تتسبب في خلق المشكلات». ■

نشر

مســودات الأبحــاث العلمية متــاحــة للنشــر

موقع مخصَّص لتبادل أبحاث علم الأحياء قبل تحكيمها علميًّا يترك الدوريّات العلمية في حالة انقسام.

إوين كالاوي

ما الذي يخشاه علماء الأحياء؟ علماء الفيزياء والرياضيات والاجتماع ينشرون مسودات أبحاثهم على خوادم معينة، مثل arXiv.org قبل نشرها، لكنْ حتى الآن، قليلٌ من علماء الحياة هم الذين يحذون حذوهم.

يأمل أحد المواقع ـ الذى أُطلق على شبكة الانترنت في الأسبوع الثالث من شهر نوفمبر الماضي ـ في تغيير ذلك الواقع. والموقع bioRχiv.org، الذي دشنته دار نشر «كولد سبرنج» Cold Spring Harbor Laboratory Press في نيويورك، يصف نفسه بأنه «خادم مسودات أبحاث البيولوجي». وسيعمل مثل خادم arXiv، وحالما يُودِع العلماء أوراقهم البحثية؛ ستكون متاحة للمشاركة، قبل نشرها رسميًّا بأسابيع أو أشهر.

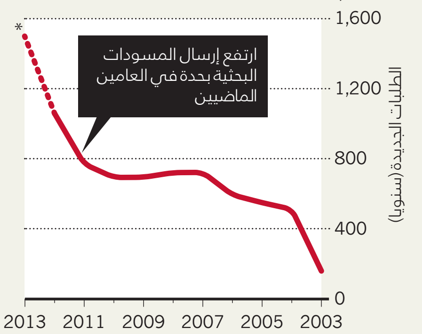
يأتي إطلاق الموقع وعلماء الأحياء يبدأون في تَبَنّي فكرة المسودات البحثية (انظر: *Nature* **488**, 19; 2012). فقد شهد قسم علم الأحياء الكمي بخادم arXiv، الذي دُشن عام 2003، تحقيق مكاسب هائلة في العامين الماضيين (انظر ‹تحرر علوم الحياة›). وهو في سبيله لجذب أكثر من 1500 مخطوطة هذا العام، كما يقول بول جنسبارج، الفيزيائي بجامعة كورنيل في إيثاكا، بنيويورك، الذي افتتح خادم arXiv عام 1991، وفي الوقت نفسه أحد أعضاء المجلس الاستشاري لخادم bioRχiv. في تلك الأثناء، أطلقت دورية PeerJ مفتوحة الوصول خادمَها الخاص بمسودات علم الأحياء في إبريل 2013، واجتذبت حوالي 90 طلبًا للنشر حتى الآن.

توافد علماء الوراثة على وجه الخصوص إلى مستودع خادم arXiv الخاص بعلم الأحياء الكمي، وأرسلت إليه أوراق بحثية عن موضوعات، مثل الأصل الوراثي لأفريقيّي الجنوب، والأوروبيين، على أن تُنشر في دوريات بارزة، مثل «نيتشر كوميونيكيشنز» *Nature Communications* و«بلوس بيولوجي» *PLoS Biology*. استخدم أيضًا العلماء الدارسون للأمراض المعدية الموقع في الإخطار بسرعة عن أي تفشٍّ سارٍ، مثل عدوى إنفلونزا الطيور H7N9 في الصين في أوائل 2013.

وخادم arXiv لا يخطط لكي يمتد إلى تخصصات أخرى من علوم الحياة، مثل علمي الأحياء الخلوي والجزيئي، فالموقع لم يصمم وعلماء الأحياء في الحسبان. لذا.. فإن ريتشارد سيفير، الذي أسس خادم bioRχiv مع زميله جون إنجليس، بدار نشر «كولد سبرنج» يقول : «إنه لا يتنافس مع خادم arXiv، بل يُفترض أن يكون مكملًا له». وخادم bioRχiv، الذي يعمل بالاشتراك مع قسم النشر بجامعة ستانفورد «هاي واير بريس» HighWire Press، بكاليفورنيا، هو تبسيطي عن عمد «فهو مصمم ليكون أساسيًا وفعالًا لأنه آلية لمشاركة المخطوطات»، كما يقول سيفير. والأوراق البحثية -وهناك تسع منها حاليًا، أرسل أغلبها من قبل إلى خادم arXiv- سيتم تصنيفها في نحو عشرين تخصصًا فرعيًّا، بما فيها علوم الأحياء المتعلقة بالسرطان والمناعة. وتأتي الأوراق البحثية الفردية معرّفة باستخدام «معرّفات رقمية فريدة» DOIs، ما يجعل استدعاءها سهلًا، وتصنّف على أنها نتائج جديدة، أو مؤكدة أو متناقضة. ويمكن للباحثين مناقشة الأوراق البحثية في التعليقات التي تظهر جنبًا إلى جنب مع المقالات؛ وهذه ستكون تحت إشراف.

تحرر علوم الحياة

ازداد بسرعة عدد مسودات الأوراق المرسلة إلى قسم علم الأحياء الكمي بخادم موقع arXiv.org منذ عام 2003



*الرقم المتوقع في نهاية 2013

وفي الوقت الحاضر، تدفع دار نشر «كولد سبرنج» مقابلًا للموقع، لكن سيفير وإنجليس رفضا الكشف عن تكاليف إطلاق الموقع أو موازنته السنوية. إنهما سيبحثان عن مصادر للإيرادات الجارية، مثل منح المؤسسات، ويخططان للإبقاء على مجانية الموقع للمستخدمين. الموازنة السنوية لخادم arXiv حوالي 750,000 دولار أمريكي، نسبة كبيرة منها تأتي من مؤسسة «سيمونز»، وهي منظمة غير هادفة للربح في نيويورك، ومن الجامعات، وآخرين يسهمون بإسهامات صغيرة.

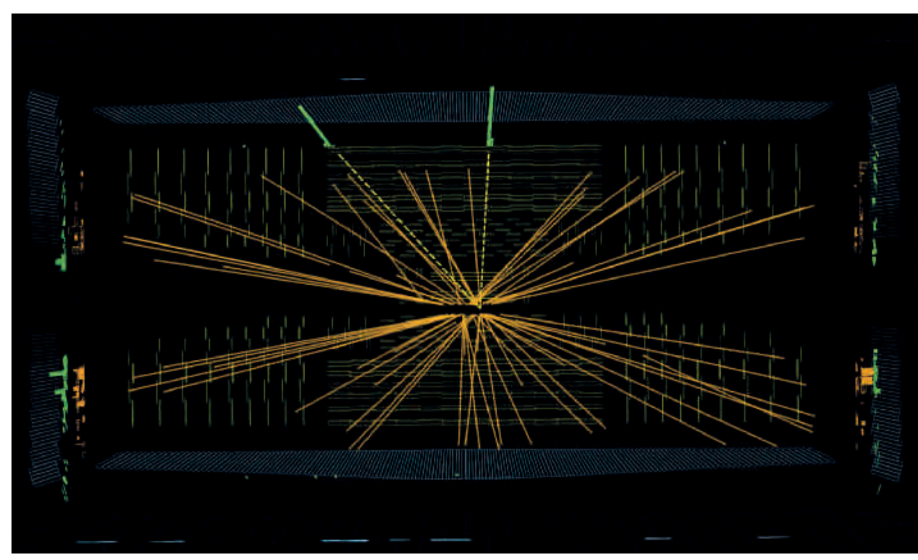
ويتوقع ليونيد كروجلياك، عالم الوراثة من جامعة كاليفورنيا، في لوس أنجليس، وعضو المجلس الاستشاري بخادم bioRχiv، أن يتبنى العديد من الزملاء الموقع. ويقول إن الحواجز التي منعت علماء الأحياء سابقًا من استخدام خوادم المسودات تبدو أنها بدأت في التآكل. ومعظم علماء الوراثة الكمية لم يعد يخاف السرقة بالاعتراف من مسودات أعمالهم المنشورة على خادم arXiv، بل ينظر العديد منهم الآن إلى العملية كطريقة لتنال أعمالهم الأولوية.

ولقد غيرت العديد من الدوريات، مثل تلك اللاتي تنشرها جمعية علم الوراثة الأمريكية، والجمعية البيئة الأمريكية، من سياساتها في الأشهر الأخيرة لتجيز تلك الممارسات. تقبل المجلات التي تنشرها مجموعة «نيتشر» للنشر، ودورية «ساينس» مسودات الأبحاث في كثير من الحالات. وفي حين أن دورية «سِل برس» Cell Press التي تنشر ذخائر علم الأحياء، مثل «سِل» *Cell* و«نيورون» *Neuron*، لا تشجع إرسال المسودات، لكن «يمكنك أن تتخيل الوضع، في وقت ليس ببعيد، حين يكون النشر غير محبذ في دورية لا تستقبل المسودات البحثية»، كما يقول كريجلياك.

ومع ذلك.. فإن مارتن فِنِر، المتخصص في أمراض الدم بكلية هانوفر الطبية في ألمانيا، يظن أن العديد من علماء الأحياء سوف يكونون أكثر راحة مع التحكيم المفتوح من قبل المحكمين، كالمتاحة من مجلات مثل F1000Research. ففي ظل هذا النظام، يرسل الناشرون مسودات الأبحاث إلى موقع الدورية على الإنترنت قبل قبولها للنشر. وبالمقارنة مع المسودات المرسلة إلى طرف ثالث، مثل خادم bioRχiv، فإن نتائج هذه العملية أقل تأخرًا في الوقت ما بين المسودة الأولى والنشر النهائي، كما أن الإصدارات المختلفة مرتبطة بوضوح، كما يقول فِنِر.

وجراهام كووب، وهو عالم وراثة تطوري بجامعة كاليفورنيا، في ديفيس، يرسل أوراق أبحاث مختبره إلى خادم arXiv، كما أرسل بالفعل واحدة إلى خادم bioRχiv. ويقول: «إن ضغط النظراء سوف يدفع الباحثين في المجالات الأخرى إلى أن يسلكوا دربهم. وإذا رأى الناس أوراقًا بحثية لزملاء يعرفونهم، منشورة على مواقع مثل bioRχiv، فإنهم بطبيعة الحال سيشعرون براحة أكبر». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



THOMAS MCCAULEY/LUCAS TAYLOR/CMS COLLECTION/CERN

البيانات من المصادم الهادروني الكبير، مثل تحلل هيجز بوزون، قد تتاح للجمهور.

فيزياء

المصادم الهادروني الكبير يخطِّط لإتاحة بياناته مستقبَلًا

يتبادل الباحثون النتائج.. من أجل استبقائها متاحةً.

إليزابيث جيبني

عندما يُصْدِر مصادم الهادرونات الكبير أزيزًا طويلًا، تأتي البيانات في طوفان، إذ تجمع العدادات التجريبية الأربعة في المنشأة حوالي 25 بيتا بايت من المعلومات كل عام، التي يقع مقرها في مختبر فيزياء الجسيمات بأوروبا «سيرن» بالقرب من جنيف، في سويسرا.

إنّ تخزين البيانات ليس مشكلة.. فالأقراص الصلبة رخيصة، وتزداد رخصًا، إنما التحدي هو حفظ المعرفة التي عادة ما يقل تخزينها، كالبرمجيات، والخوارزميات، والمخططات المرجعية لكل تجربة بعينها. وهذه غالبًا ما تندثر أو تختفي مع مرور الوقت، كما يقول كريستينيل دياكونو، من مركز مرسيليا لفيزياء الجسيمات في فرنسا، وأستاذ حفظ البيانات في «المجموعة الدولية لدراسة التحليل طويل الأمد في الفيزياء عالية الطاقة» DPHEP. يشعر دياكونو بالقلق حيال استمرار تخزين البيانات على وضعها الراهن، فإذا حاول علماء الفيزياء فك شفرتها في غضون 10 سنوات، قد لا يمكنهم إعادة بناء اكتشاف (جسيم) هيجز بوزون. و«عندما يأتي برنامج مصادم الهادرونات الكبير إلى نهايته، فمن المحتمل أن تكون هذه البيانات هي الأخيرة على هذه الجبهة لعدة سنوات» كما يقول دياكونو. ويضيف: «لا طاقة لنا بفقدها».

ومن ثم، فإن «المجموعة الدولية لدراسة التحليل طويل الأمد في الفيزياء عالية الطاقة» تحاول دفع جهود حفظ البيانات من مجرد تخزينها في الأنظمة إلى المشاركة المفتوحة. ويذهب التفكير إلى أن الأرجح في شأن البيانات والمعرفة اللازمة لتفسيرها، النجاة من الاندثار لأمد بعيد، إذا حاول أناس كثيرون من خارج التجربة فهمها باستمرار.

وكاتي لاسيلا - بيريني، وهي فيزيائية تعمل في مشروع «اللولب المدمج للميون» CMS ـ إحدى أربع تجارب في مصادم الهادرونات الكبير ـ لديها فكرة راديكالية لمثل هذا النوع من المشاركة، وهي توزيع البيانات على تلاميذ المدارس. وفي العام المقبل، فإن خطة أولية تقودها هي، سوف تفرج بمقتضاها عن بيانات «اللولب المدمج للميون» لعام 2010، التي سوف يعيد صياغتها وتخزينها مركز تكنولوجيا معلومات العلوم في إسبو، بفنلندا. ثم يقوم المركز بمشاركة البيانات مع التلاميذ، الذين سوف يعيدون إحياء مخططات الجسيمات المتحللة، باستخدام أدوات تحليل تم تكييفها للجمهور. يخطط «اللولب المدمج للميون» لإتاحة المزيد من البيانات للعامة بعد بضع سنوات من الجمع، وتأمل لاسيلا بيريني أن تعتمد مراكز البيانات الأخرى مثل هذه المخططات، وتقول: «نحن نضمن أن تظل البيانات التي لم نعد نبحث فيها متاحةً».

ليس القصد هو الحفاظ على البيانات للأجيال القادمة فحسب، فالبيانات القديمة قد تكون ذات بال عند اختبار نظريات جديدة، ولتزويدنا بمراجع حاسمة للتجارب الجديدة كما يقول دياكونو. وعلى سبيل المثال.. فقبل اكتشاف هيجز بوزون في عام 2012، فإن سلف المصادم الهادروني الكبير في مختبر سيرن، وهو مصادم الإلكترون- البوزيترون الكبير عاد إلى دائرة الضوء، عندما استجلى الفيزيائيون بياناته الخاصة بتسعينات القرن الماضي، بحثًا عن نوع غريب من هيجز، لم يكن قد تم التنظير له في الوقت الذي تم جمع البيانات فيه. وبهذه الطريقة، فإن أهداف حفظ البيانات حية ومفتوحة هي «مصلحة ذاتية مستنيرة»، كما يقول مايكل هيلدريث، الفيزيائي في جامعة نوتردام في ولاية إنديانا، وقائد جهود مشروع «حفظ البيانات والبرمجيات للعلوم المفتوحة» DASPOS، التي تمولها الولايات المتحدة الأمريكية، وأهدافها تشبه تلك التي تخص «المجموعة الدولية لدراسة التحليل طويل الأمد في الفيزياء عالية الطاقة».

إن مشروع «حفظ البيانات والبرمجيات للعلوم المفتوحة» هو بمثابة بناء قالب للحفاظ على البيانات التي يجب تخزينها، وتحديد كيفية القيام بذلك. وخلال العام المقبل، في ‹تحدي الرعاية›، سوف يكلف المشروع الفيزيائيين بمهمة إعادة صياغة نتائج تجارب أخرى، وذلك باستخدام المعلومات التي تم جمعها بهذا القالب فقط. واختبار واحد ـ على سبيل المثال ـ يكاد يكون من المؤكد أن تُستخدم فيه بيانات المصادم الهادروني الكبير، وهو تحدٍّ لفيزيائيّ «اللولب المدمج للميون» لإعادة صياغة نتائج تجربة «أطلس» ATLAS المنافسة. ويمكن أن يأتي اختبار آخر من مجال مختلف، كالفيزياء الفلكية. و إذا نجح، فإن النموذج يمكنه تشكيل بنية عامة ومبسطة للحفاظ على البيانات، على حد قول هيلدريث.

والتعامل مع الخوارزميات المتغيرة دوما، وأنظمة التشغيل، وعتاد أجهزة تحليل البيانات هو جزء من التحدي. يقود منسق الحوسبة ديفيد ساوث في مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني» DESY في هامبورج مشروعًا، يحاول حاليًا بالفعل حماية البيانات بالطريقة ذاتها. لقد ابتدع فريقه نظامًا سوف يمشط البيانات والبرامج الخاصة بتجارب معجل الهادرون - الإلكترون الدائري في مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني»، واختبار مدى توافقها عند تغيير الأجهزة أو أنظمة التشغيل .

هذه الخطة لترحيل البيانات مرارًا وتكرارًا إلى منصات جديدة، تقف على النقيض من المقاربة المنتهجة في تجربة «بابار» BaBar بمختبر «مسرع ستانفورد الخطي الوطني» SLAC في مينلو بارك، كاليفورنيا. وهناك، جمّدت إصدارات البيانات وأنظمة التشغيل اللازمة لتحليلها في مراكز تخزين، حيث من المفترض أن تكون في المتناول حتى عام 2018 على الأقل. يقول ساوث إن نهج مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني» أكثر موثوقية. وعلى الرغم من أن نظام مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني» يحتاج إلى مراقبة – إذ يجب علاج أي عدم توافق بالتدخل البشري – فإن الهدف هو التعامل مع المشكلات وقتما تنشأ، بدلًا من معالجتها بعد سنوات، وحينها ربما تكون قد تفاقمت.

«عندما يأتي برنامج المصادم الهادروني الكبير إلى نهايته، فمن المحتمل أن تكون هذه البيانات هي الأخيرة على هذه الجبهة لعدة سنوات. ولا طاقة لنا بفقدها».

إن علماء مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني» يجب أن يكونوا على دراية بذلك. ففي تسعينات القرن الماضي، أراد الفيزيائيون أن يلقوا نظرة أخرى على بيانات مصادم مركز «سنكروترون الإلكترون الألماني»، التي تمت معالجتها في المدة من 1979-1986، من أجل تحقيق إضافي عن التفاعل القوي الذي يربط الكواركات معًا. لقد احتالوا وقتها لإجرائه بدقة مزيدة، لكن دياكونو يقول إن الأمر استغرق عامين لإعادة بناء البيانات، التي لم يَجْرِ استبقاؤها وصيانتها.

إن حَفَظَة البيانات متعجلون إلى لفت الأنظار إلى النفقات المرتبطة بجهود إعادة البناء. كما إن إعادة البناء تكلف أموالًا، لكنها تستحق، كما يقول جيمي شير مدير مشروع «المجموعة الدولية لدراسة التحليل طويل الأمد في الفيزياء عالية الطاقة». لقد وضع فاتورة لتنفيذ حفظ جيد لبيانات المصادم الهادروني الكبير، تصل إلى نحو 1% من تكاليف التشغيل. إنها مجرد بضعة ملايين من الدولارات سنويًّا. ويتابع بقوله: «أعتقد أن هذا مبرر». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ثلاث طرق للإبلاغ عن الاحتيال العلمي

من النادر أن يكون الإبلاغ عن اشتباه بوقوع احتيال علمي سهلًا، لكن بعض المسارات أكثر فعالية من غيرها.

إيد يونج، وهايدي لدفورد، وريتشارد فان نوردن

هل مَنْ يرتكبون الأخطاء كثيرون؟ وهل كذلك مَنْ يصرِّحون بما يعلمون؟ لقد ازدادت حالات سحب الأوراق البحثية من الدوريات عشرة أضعاف خلال العقد الماضي، مع انهيار دراسات عديدة في حالات بارزة لسوء السلوك البحثي، تتراوح بين الانتحال إلى التلاعب بالصور وتلفيق البيانات بشكل صريح. وعندما تصل المخاوف حول عدم سلامة العمل العلمي لشخص إلى نقطة حرجة، يقع على عاتق زميل أو مشرف أو شريك أصغر أو شخص عابر؛ ليقرر ما إذا كان خياره أن يصمت أو يُصَعِّد؛ فيطلق صافرة للإبلاغ عن الخطأ. يأتي الخيار الأخير مع مخاطر كبيرة، ونادرًا ما كان هذا المسار بسيطًا. البعض يقدم حجته ويمضي في سبيله؛ والبعض الآخر لا يتخلى أبدًا. وفيما يبدو توجهًا متناميًا، يطرح راصدون مجهولون مخاوفهم للنقاش من خلال البريد الإلكتروني والمنتديات الإلكترونية العامة. وهنا، تقدم دورية «نيتشر» ثلاث قصص مختلفة بشكل لافت لأفراد تصرَّفوا بناء على شكوكهم. توفر كل حالة ـ نجحت أو لم تنجح ـ دروسًا للراغبين في الإبلاغ عن انتهاكات.

ILLUSTRATIONS BY PADDY MILLS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحـلّـل



يرى أوري سايمونسون نفسه مهتمًا بالبيانات أكثر من أن يكون نافخًا في صافرة الإبلاغ عن الفساد.. فعمله اليومي ـ كعالِم اجتماع بجامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا ـ يتضمن عمليات بحث في بيانات الأرشيف ـ من أسعار المنازل إلى سجلات المزادات والقبول بالكليات ـ كجزء من دراسته لصنع القرار والحكم على الأمور. يظن سايمونسون أن خلفيته هيأته لاصطياد الأنماط الزائفة في نتائج علماء النفس الآخرين. يقول: «مع إجراء التجربة، تُجري اختبار *t*-test ـ للفرضية الإحصائية ـ وتمضي قدمًا، لكن الذين يتعاملون مع بيانات الأرشيف اعتادوا النظر في البيانات بحذر شديد».

كان حدس البيانات هذا هو الذي قلقل الأمور عندما وقع سايمونسون على أوراق بحثية نشرها ديرك سميسترز بجامعة إيراسموس بروتردام، هولندا؛ ولورنس سانا بجامعة متشيجَن في آن آربر، صيف 2011. في كلتا الحالتين، بدت البيانات أروع من أن تكون حقيقية، فقد احتوت وفرة مفرطة من التأثيرات الكبيرة والنتائج الدالّة إحصائيًّا. في إحدى أوراق سانا، لاحظ سايمونسون أن تجربة واحدة ـ تم تقسيم المشاركين فيها إلى مجموعات مختلفة ـ أسفرت عن نتائج لها انحرافات معيارية متماثلة بشكل مدهش. وفي نتائج دراسات سميسترز، رأى سايمونسون تكرارًا منخفضًا مريبًا للأرقام المُقرَّبة وتماثلًا استثنائيًّا بين متوسطات كثيرة. يقول سايمونسون: «إذا كان هناك قلق قليل جدًّا في البيانات، وكانت هناك ثقة زائدة في البيانات بشكل دائم، فلا يمكن أن تكون حقيقية. فالبيانات الحقيقية يُفترض أن تكون بها أخطاء».

تَحقق سايمونسون من شكوكه بمحاكاة التجارب آلاف المرات؛ لإظهار كيف أن النتائج المذكورة مستبعَدة في الحقيقة. ثم كرر تحليلاته لبيانات أبحاث أخرى للمؤلفين؛ فوجد الأنماط نفسها، وأجرى عمليات ضبط ومقارنة سلبية، فأظهر أنه لا أنماط مريبة في أعمال علماء النفس الآخرين الذين استخدموا المنظومات ذاتها. اتصل سايمونسون بكلا المؤلفين، وقضى عدة أشهر في استبعاد التفسيرات البديلة ـ بشكل ممنهج ـ للتناقضات التي وجدها. وفي نهاية المطاف، وحسب قول سايمونسون، بقي تفسير واحد فقط، هو أنهما تلاعبا ببياناتهما، لكنه لا يزال ممتنعًا عن اتهام أحد، ومحافظًا على صِلاته بكل من سميسترز، وسانا، والمؤلفين المشاركين معهما، طالبًا منهم البيانات الخام (الأوّلية)، محددًا مخاوفه، وسائلًا عما إذا كان طرف آخر ـ كطالب أو مساعد باحث ـ ربما تلاعب بالبيانات. يقول سايمونسون: «كنت منفتحًا للغاية. وفرضيتي في العمل أنه ليس في مصلحتك التلفيق، إذا كنت باحثًا».

قرب نهاية 2011، علم سايمونسون أن جامعة إيراسموس ـ التي كان قد اتصل بها ـ بدأت تحقيقًا. ووجد أيضًا أنه بسبب تحقيقاته، بدأت جامعة نورث كارولاينا ـ حيث أجرى سانا عمله البحثي ـ تُحقق أيضًا. وبحلول صيف 2012، استقال سميسترز وسانا كلاهما من منصبيهما، ومنذ ذلك الحين سُحِب الكثير من أوراقهما البحثية. وفي تصريحات سابقة، قال سميسترز إنه لم يلفق بيانات أبدًا، وإن الممارسات البحثية التي استخدمها شائعة في مجاله؛ واختار ألا يقدم أي تعليق إضافي لدى تلقيه اتصالًا من دوريّة «نيتشر». لم يرد سانا ولا جامعته السابقة علانية على أي أسئلة حول استقالته، ولم يتسن الوصول إلى سانا لأخذ تعليقه. وعند سؤاله عن انكسار مجرى حياة باحثين بسبب تحقيقاته، صمت سايمونسون برهة، وقال: «لا أشعر بسوءٍ حيال ذلك. فإذا كنت أذهب كهؤلاء الناس إلى المؤتمرات نفسها، وأنشر في الدوريات نفسها؛ فليس لي أن أكتفي بالنظر إلى الاتجاه الآخر». يقول جو سيمونز ـ عالم النفس بجامعة بنسلفانيا ـ إنه معجب بنزاهة زميله وشعوره بالواجب، ويعقب بقوله: «لم يكن ممكنًا ألا يفعل شيئًا».

> «إذا كانت هناك ثقة زائدة في البيانات بشكل دائم، فلا يمكن أن تكون حقيقية».

يأمل سايمونسون أن تدفع أعماله علماء النفس إلى تشجيع إصلاحات من شأنها استئصال الاحتيال البحثي. وأحد الخيارات أن يطلب من الباحثين تقديم البيانات الأوّلية، وبالتالي جعْلها مفتوحة لفحص وتحقُّق 'شرطة' البيانات اليقِظَة. كما يريد من الباحثين الإفصاح عن تفاصيل عملهم أكثر عند بداية التجربة، كالمتغيرات قيد التحليل أو أحجام العينات المخطط لها. هذا سيثبط الأشكال الأكثر خفاءً للتلاعب بالبيانات ـ كاستكمال التجربة حتى تحقق فقط نتائج دالة إحصائيًّا ـ التي في رأيه تغرق الأدبيات المنشورة بإيجابيات كاذبة (انظر: *Nature* **485**, 298–300; 2012).

وإطلاق سايمونسون صافرة كشف الاحتيال اجتذب قدرًا من الاهتمام. فقد تلقى أكثر من عشرة عروض للنظر في حالات اشتباه ببيانات مراوغة، عادة من أشخاص خارج مجال العلوم لديهم مخاوف شخصية حول الانتخابات الأمريكية، مثلًا، لكنه نادرًا ما يستجيب.. فلا مصلحة لديه في الانجرار إلى نزاعات وعداوات غير ضرورية بناء على أي اقتراح بأنه قاد مطاردة للساحرات، وهو تعبير يرتبط لديه بالاستخدام العشوائي للاختبارات التشخيصية الرديئة، وليس مراجعته الحذرة.

يقول سيمونز: «يظن بعض الناس أنه يفعلها للشهرة، لكنه يجد الشهرة مزعجة». من جانبه، يقول سايمونسون إنه يرجو لهويته المستجدة كنافخ صافرة كشف الاحتيال أن تأخذ شكلًا مختلفًا، باعتباره «شخصًا ينظر بعناية في البيانات. وسأكون سعيدًا جدًا بتلك السمعة».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الدُّونْكِيشُوتِيّة

ظنت هيلين هيل أنها على وشك التقاعد في 1999، عندما قررت يومًا أن تلقي نظرة خاطفة على أطباق استنبات لزملاء في المختبر. كانت هيل عالمة ببيولوجية الإشعاع بجامعة نيوجيرسي للطب وطب الأسنان في نيوارك، وتتعاون مع زميل أصغر في مشروع لدراسة «تأثير العابرين»، وهي ظاهرة تؤثر فيها الخلايا المعرضة لعامل ـ كالإشعاع في هذه الحالة ـ في سلوك جيران غير معرضين للعامل نفسه. درّبت هيل الباحث أنوبام بيشاييه في مرحلة ما بعد الدكتوراة على تقنية العمل، وتريد أن ترى كيف أبلى. تقول هيل إن الأطباق كانت فارغة، لكن بيشاييه قدم لها لاحقًا أعداد خلايا من تلك الأطباق.



ستقضي هيل الـ14 سنة التالية في محاولة لكشف ما تراه حالة إساءة تصرف علمي. قامت لجان الجامعة و«المكتب الحكومي الأمريكي لنزاهة الأبحاث» ORI واثنان من المحاكم بتقييم ورفض مخاوفها. كلفتها رحلتها عشرات الآلاف من الدولارات كرسوم قانونية، وساعات لا حصر لها في قراءة وفحص أكثر من 30 ألف وثيقة، وربما تكلفها وظيفتها، لكن هيل (84 سنة الآن) لا نية عندها للتراجع، وتقول: «الواجب على المرء أن يفعل الشيء الصواب، إذا استطاع».

«الواجب على المرء أن يفعل الشيء الصواب إذا استطاع»

بعد أول رصد، قررت هيل وباحث آخر بمرحلة بعد الدكتوراة أن يتعقبا سرًّا تجارب بيشاييه، والتقاط صور فوتوجرافية لمستنبتاته في جهاز التحضين بالمختبر. وعندما قدم بيشاييه بيانات من تجربةٍ يعتقد أنها ملوثة بالعفن، اتهمته هيل وزميلها بتلفيق النتائج؛ وأبلغا مخاوفهما إلى لجنة نزاهة الأبحاث بالجامعة. وسرعان ما انتقض غزل حجتهما.. وعند الاستجواب، أقر زميلها بأنه نقل أنابيب مستنبتات بيشاييه قبل التقاط صور لها، وهو ما رأته اللجنة عبثًا محتملًا بالأدلة. وشرحت هيل أنها استخدمت مجهرًا غير مألوف لها عندما فحصت مستنبتات بيشاييه. قررت اللجنة أنّ ليس لدى هيل دليل كاف لإثبات دعواها.

لم تكن هيل لتدع الأمر يستكين. بدوره، نشر بيشاييه نتائجه في ورقة تُدرج اسم هيل كمؤلف مشارك (A. Bishayee *et al*. *Radiat. Res*. **155**, 335–344; 2001). واستخدم أستاذه المشرف، روجر هاول، بيانات بيشاييه لدعم طلبه لمنحة بحثية من معاهد الصحة الأمريكية القومية (NIH) في 1999. رفعت هيل الأمر إلى المحققين الفيدراليين بمكتب نزاهة الأبحاث، الذين أجروا تحليلًا إحصائيًّا صغيرًا لبيانات بيشاييه. ترى هيل أن الأنماط الواردة في البيانات بها تلفيق. ووجدت محققة مكتب نزاهة الأبحاث، كاي فيلدز، للدعوى وجاهة، لكن أحد رؤساء فيلدز نقض موقفها، لأنه رأى أن بيانات الضبط والمقارنة (التي قدمتها هيل) كانت موضع شك إحصائيًّا. وخلص مكتب نزاهة الأبحاث إلى عدم كفاية الأدلة لإثبات سوء السلوك.

واصلت هيل تقديم العرائض إلى جامعتها ومكتب نزاهة الأبحاث لمراجعة البيانات. وفي هذه الأثناء، شعرت فيلدز أنها ملزمة بإبلاغ هيل عن خيار آخر: رفْع دعوى قضائية بعنوان «*qui tam*»، يتيحها قانون المطالبات الزائفة الفيدرالي لأي مواطن؛ لمساعدة الحكومة في استعادة أموال دافعي الضرائب المخصصة، بناء على مزاعم زائفة. كانت دعوى هيل مؤهلة للقبول بالمحاكم، بسبب منحة معاهد الصحة الأمريكية القومية.

يقول ديفيد لويس، مدير مشروع سوء السلوك البحثي بـ«المركز القومي للإبلاغ عن المخالفات» غير الربحي، بواشنطن العاصمة، إن دعوى *qui tam* قد تكون استراتيجية محفوفة بالمخاطر. فقد رفع في الماضي دعويين مماثلتين، لا علاقة لهما بدعوى هيل (انظر: *Nature* **453**, 262–263; 2008). ورغم نجاحهما.. لا يوصي لويس عمومًا بها كاستراتيجية. وقد امتدت دعوى هيل لسنوات، وكلفتها 200 ألف دولار كمصروفات قانونية. تقول هيل: «لا أظن أن أبنائي سعداء جدًّا بخسارتي هذا القدر من المال، لكنني شعرت فقط أن علي التزامًا بالمُضِيّ في الأمر».

حكم قاضي محكمة نيوجيرسي، دنيس كڤانو، لصالح بيشاييه وهاول في أكتوبر 2010، وأشار إلى معركة هيل باعتبارها «سعيًا ‹دونكيشوتي› الأبعاد، ينبغي في النهاية أن يتوقف». خسرت هيل استئنافها النهائي في أكتوبر 2011، لكنها تقول إن استثمارها آتى أكُله.. فمرحلة الاستكشاف في التقاضي أتاحت لها الوصول إلى دفاتر مختبر تخص هاول، وتغطي عشر سنوات.

ومع وجود تلك البيانات في متناول اليد، كونت هيل فريقًا مع الإحصائي جول بت من جامعة جورجيان كورت ببلدة ليكوود، نيوجيرسي. عكفا معًا على دراسة البيانات التي سجلها بيشاييه بيده من جهاز عد الخلايا. كذلك جمع الثنائي مجموعات بيانات الضبط والمقارنة من آخرين استخدموا الجهاز نفسه. نظر بت في تكرار الأرقام التي تظهر في الخانة الأقل دلالة بكل عدد خلايا تم تسجيله. هذه الأرقام ينبغي أن تخضع إحصائيًّا لتوزيع عشوائي، لكن بيانات بيشاييه تبدو أنها تفضل أرقامًا معينة. حسَبَ بت احتمالات تكرار تلك الأرقام بمحض المصادفة بأقل من 1 في 100 مليار. ومن وجهة نظر هيل، المغزى الضمني واضح: بيشاييه لفّق الأرقام.

وجنبًا إلى جنب بت، تحاول هيل ـ بدون نجاح حتى الآن ـ نشر هذه التحليلات الإحصائية، والتعريف بدعواها أكثر، وهي أعمال حذّر روبرت جونسن ـ عميد كليتها (هي حاليًا جزء من جامعة رتجرز) في رسالة شديدة اللهجة في يوليو الماضي ـ أنها قد تؤدي إلى «إجراء تأديبي إضافي، يشمل الفصل، وقد يصل إليه فعلًا». وفي تصريح مكتوب لدورية «نيتشر»، أعرب هاول عن إحباطه من الوقت المنصرف في معاودة وتكرار النظر في المسألة، رغم عدم العثور على مخالفات. وبدوره، لم يرد بيشاييه على طلب دورية «نيتشر» تعليقًا منه. تقول فيلدز: «أنا معجبة بالدكتور هيل لشجاعة اقتناعاتها، لكن يصعب القول إنها كانت حكيمة في متابعة القضية لفترة طويلة، وبهذه التكلفة». ومن جانبها، تظل هيل ثابتة العزم. وتقول: «أريد أن أنتهي.. فقد أصبح الأمر هاجسًا تقريبًا».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المجهـول

المبلغون المجهولون ليسوا شيئًا جديدًا، لكن منذ عام 2010، هناك شخصية تستخدم الاسم المستعار 'كلير فرانسيس' تجاوزت كثيرًا ما كان سابقًا، فهي، أو هو (أو هُم؛ حيث يعتقد كثيرون أنها مجموعة من الناس) أرسلوا بمئات الرسائل الإلكترونية لمحرري دوريات علوم الحياة، مرشدين عن حالات اشتباه بحدوث انتحال، أو حالات تبدو فيها الأرقام ملفقة أو مكررة. نتج عن شكاواها المقتضبة والمبهمة أحيانًا بضع حالات تصحيح، أو سحب أوراق منشورة بدوريات، لكن المحررين شعروا أنها تُمطرهم بوابل من إشعاراتها الغزيرة، وكثير منها لا يؤدي إلى شيء، كما يقولون.

على أي حال، أذكت فرانسيس نقاشًا حول كيفية تعامل المحررين مع البلاغات مجهولة المصدر، وهي بلاغات مرشحة للنمو بفضل انتشار مواقع الإنترنت التي تتيح لأي شخص أن يبث مظالمه حول أوراق البحث على الملأ.

تسمِّي سابين كلاينرت ـ المحررة التنفيذية بدوريّة «ذا لانسيت» *The Lancet*، والنائبة السابقة لرئيس «لجنة أخلاقيات النشر» COPE ببريطانيا ـ صعود وتيرة التعليقات مجهولة المصدر مؤخرًا «ظاهرة كلير فرانسيس». و'ظاهرة' هي وصف ملائم. وتقدِّر فرانسيس أنها بعثت رسائل إلكترونية لـ«حوالي 100 محرر». قال أولئك الناشرون ـ الذين وافقوا على التحدث إلى دورية «نيتشر» ـ إن محرريهم يتلقون عمومًا رسائل متعددة منها. تقول دايان سولنبرجر، المحررة التنفيذية لدورية «وقائع أكاديمية العلوم الوطنية» PNAS، إن حوالي 80% من ادعاءات سوء السلوك التي يتلقونها تأتي من فرانسيس. وتقول شركة النشر العلمي «وايلي» إنه في 2011 كان اسم فرانسيس موجودًا بأكثر من نصف طلبات التحقيق لدى الشركة.

وعمومًا، فتجهيل المصدر أو إغفال التوقيع يزعج الناس، حسب قول أورليش براندت، رئيس تحرير دورية *Biochimica et Biophysica Acta* . يقول براندت: «ينبغي أن يتساءل المرء عن دوافع الوشاة.. فالمزاعم ضعيفة الأساس حول سوء السلوك العلمي يمكن أن تُلحِق ضررًا، وقد تشكل بذاتها شكلًا من سوء السلوك العلمي». وبحلول عام 2011، كان المحررون يزدادون إحباطا من فرانسيس، لأن ـ وبصرف النظر عن تجهيل هويتها ـ غالبية ادعاءاتها لا تصمد للمراجعة. يقول إريك مورفي، رئيس تحرير دورية «ليبيدز» *Lipids*: «لا مشكلة لديَّ في صرف الوقت للنظر في ادعاء ما، لكن لا أحب الذين يهدرون وقتي». وتقول سولنبرجر إن كثيرًا من شكاوى فرانسيس ملتوية وتصعب متابعتها، وتضيف : «تساعدنا معرفة تفاصيل محددة حول المخاوف من الناحية العلمية، وليس مجرد عبارات مثل: 'إن النطاقات في الممرات التي بين 10–60 دقيقة، هندسية ومتراكبة' أو 'الخلفية ملساء فضية'»، في إشارة إلى رسائل فرانسيس الإلكترونية. وبعض محرري الدوريات حذروا فرانسيس أنهم أقل ميلًا لمتابعة طلباتها، مقارنة بالشكاوى الأخرى. في سبتمبر 2011، أرسل روي كوفمن، المستشار القانوني لشركة وايلي آنذاك، إلى فرانسيس رسالة إلكترونية تقول إن الشركة «لا تستطيع أن تضمن إجراء تحقيق في كل الادعاءات مجهولة المصدر الواردة إليها». أذاعت فرانسيس هذه الرسالة للجمهور؛ مما أذكى نقاشًا حول كيفية التعامل الواجب مع هذه الادعاءات.

بعد مرور سنتين، تغيرت مواقف المحررين شيئًا ما. ففي فبراير 2013، أصدرت «لجنة أخلاقيات النشر» إرشادات حول «الرد على المبلغين مجهولي الهوية». لم تُذكر فرانسيس بالاسم، لكنها كانت القوة المحركة الرئيسة وراء هذا العمل، حسب قول فرجينيا باربر، الرئيس الحالي للجنة أخلاقيات النشر. «كان المحررون يشعرون بالذنب والارتباك، ولا يدرون كيف ينبغي مقاربة المشكلة». وذكّرتهم «لجنة أخلاقيات النشر» أنه بصرف النظر عن مواقفهم، فإن «كافة الادعاءات... ذات الأدلة التفصيلية المحددة لدعم الادعاء ينبغي التحقيق فيها»، لكن آنا ترودجيت، مديرة الافتتاحيات بدورية «بلود» *Blood*، تقول إنه ما زالت الدورية تعالج رسائل فرانسيس انتقائيًّا فقط. تقول ترودجيت: «لا تُعامَل كافة الرسائل مجهولة المصدر بطريقة واحدة». وبدورها، عدّلت شركة «وايلي» ممارستها، بحيث تحقِّق في كافة الشكاوى، حسب قول هيلين بريه، الناطقة باسم الشركة. لا يتصرف المحررون أساسًا كرد فعل على اتخاذ فرانسيس اسمًا مستعارًا، بل يثير حفيظتهم أيضًا طريقة عملها. يقول توم ريلر، الناطق باسم الناشر إلسفيير: «بالنسبة للبعض، ليست المشكلة أن كلير فرانسيس اسم مستعار؛ بل المشكلة أن الاسم المستعار كلير فرانسيس». بعض المحررين يستحضر ما يقولون إنه نبرة فرانسيس العدوانية وسعيها وراء القضايا الخاسرة. تقول ڤيرونيك كيرمر، المحرر التنفيذي لمجموعة «نيتشر» للنشر: «عندما نحدد أن الادعاء بلا أساس، ليس من النادر ألا تقبل كلير فرانسيس النتيجة».

ومن وجهة نظر باربر، فـ«تكتيكات» فرانسيس ليست نموذجًا جيدًا يحتذى لدى المرشدين الآخرين مجهولي الهوية. ولتعويض فقدان الثقة الحتمي الناجم عن كون المرشد مجهول الهوية، تكتسب المعلومات السرية صدقها إذا كانت دقيقة وتفصيلية ومهذبة. تحقق فرانسيس أحيانًا هذه المعايير، لكنها غالبًا لا تفعل. وبالنسبة إلى فرانسيس، يُغفِل مثل هذا النقد جوهر المسألة. ولَدَى سؤالها عن نبرتها، كتبت: «ليست لي نبرة، بل أحاول وصف ما أستطيع أن أراه». وأضافت أن المحررين يركزون غالبًا بشكل ضيق على دورياتهم عندما ترسل ما تقول إنها أنماط مترابطة؛ للتلاعب بالصور عبر دوريات عديدة. وكتبت: «لن ينظروا إلى الصورة كلها، بل يظلون في قالب». وبخصوص خيوط معلومات التحقيق الزائفة المزعومة، قالت فرانسيس: «سيكون معدل نجاح التحقيقات أعلى لو انتبهوا لما في الصفحة بدلًا من عالمهم الخيالي».

> «ليست لي نبرة، بل أحاول وصف ما أستطيع أن أراه».

وهناك شيء واحد قد يتفق عليه المحررون وفرانسيس، وهو ترجيح زيادة الإبلاغ مجهول المصدر، نظرًا إلى زيادة وصول الجمهور بأنحاء العالم إلى أوراق الأبحاث، ووفرة أدوات وبرمجيات الفضاء الإلكتروني لكشف الانتحال والتلاعب بالصور. وأحد المواقع الإلكترونية ـ يدعى PubPeer، أو أقران النشر ـ أصبح بالفعل ملتقيًا للتعليقات مجهولة المصدر، ومنها موضوعات على منوال يماثل نمط فرانسيس. وحسب قول كلاينرت.. هذا النمو مؤشر على أن المبلغين عن المخالفات لا يجدون الحماية الكافية في البيئة الأكاديمية. «هنا ينبغي أن نفعل الكثير.. وينبغي للمرء أن يشعر بالراحة، لاستطاعته إثارة القضايا، دون أن يخشى الانتقام أو الإضرار بمستقبله المهني». ■

إيد يونج صحفي علوم من لندن؛ **هايدي لدفورد** تكتب لـ«نيتشر» من كمبريدج، ماساتشوستس و**ريتشارد فان نوردن** يكتب لـ«نيتشر» من لندن.



AMY MAXMEN

سباق ضدّ المقـــاومـــة

قد تتمكن عدة دول أفريقية من توجيه ضربة قوية ضد الملاريا بالتضحية بفعالية بعض الأدوية القديمة. فهل سيتمكنون من تحقيق هذا؟

آمِي ماكْسِمن

إنه سبتمبر في جنوب شرق مالي، ولوكا كوليبالي يقف في ظل بناء أسمنتي قصير، موجهًا تعليمات لعشرات الرجال والنساء الجالسين على مقعد خشبي متعرج. يعمل كوليبالي ـ المشرف الطبي المحلي ـ على توزيع عبوات مغلفة بالنايلون، مُلِئ كلٌّ منها بأكياس معبأة بأقراص، وأكواب بلاستيكية، وهاون ومدقة من الخزف، تتوقف النسوة أمامهما بإعجاب. ومع حلول الظهيرة، كان الرجال والنساء يجمعون أغراضهم عائدين إلى قراهم، إما سيرًا على الأقدام، أو على الدراجات والدراجات النارية.

في اليوم التالي، سيقومون هم وحوالي 1,400 من العاملين الصحيين في جميع أنحاء المنطقة بإنشاء محلات في الأماكن العامة: تحت ظلال أشجار المانجو، أو في مدارس الفصل الواحد، أو في أكشاك السوق، وفي المراكز الصحية التابعة للمنطقة. سيمزجون الأقراص ويسحقونها باستخدام الهاون والمدقة، ويذيبونها في كوب الماء، ويناولون السائل المرّ الأصفر اللون كالهندباء إلى حوالي 164,000 طفل .

يندرج هذا الجهد في إطار حملة واسعة للوقاية من الملاريا عن طريق إعطاء الأطفال الأفريقيين الأدوية المستخدمة عادة في علاج المرض. وقد تلقى ما يقرب من 1.2 مليون طفل سليم من أجزاء من مالي وتوجو وتشاد والنيجر ونيجيريا والسنغال هذه الأدوية خلال موسم الأمطار ـ الذي يمتد بين شهري يوليو ونوفمبر ـ الذي تهاجم الملاريا فيه السكان عادة.

تلجأ حكومات البلدان إلى هذا الإجراء ـ الذي يعرف باسم «الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية» SMC ـ بدعم ماليّ من الولايات المتحدة والأمم المتحدة ومنظمة المساعدات الطبية «أطباء بلا حدود». وفي هذا العام، يخطط العديد لتوسيع الحملات، وتأمل بلدان أخرى في إطلاق حملات خاصة بها، بتشجيع من التوصيات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية.

إن الاستعمال الوقائي للأدوية المضادة للملاريا ليس أمرًا جديدًا.. فالسياح يتجرعونها بشكل روتيني عند السفر، لكن المسؤولين في مجال الصحة العامة لطالما أوعزوا إلى الناس الذين يعيشون في المناطق التي تتوطّن فيها الملاريا بالامتناع عن تناول الأدوية وقائيًّا. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى الخوف من أن تطوّر الطفيليات المسببة للملاريا مقاومة عند تناول الكثير من الناس لهذا الدواء على مدى طويل.

لم يختف هذا الخطر حتى الآن. وفي واقع الأمر يتوقع العلماء أن تؤدي الوقاية الكيميائية من الملاريا الموسمية إلى تشجيع انتشار مقاومة الأدوية. لا أحد يعرف متى بالضبط، ولكنها قد تحدث خلال أقلّ من خمس سنوات. وحتى ذلك الحين، ستتمكن الوقاية الكيميائية من منع حدوث 8.8 مليون إصابة و80,000 حالة وفاة سنويًّا، إذا ما نُفذت في المناطق ذات المعدّلات العالية من الملاريا الموسمية. وهذه ـ في حدّ ذاتها ـ فائدة مرتفعة بما يكفي لتبرير خسارة الأدوية .

يقول كوليبالي، أحد مواطني مالي، الذي وظفّته منظمة «أطباء بلا حدود» لتدريب العاملين الصحيين المحليين: «الحياة مخاطرة. وإذا تجنَّبتَ المخاطرة؛ فلن تكسب».

لقد صُمِّم هذا المشروع لمنع نشوء مقاومة الأدوية أطول وقت ممكن، ولتنفيذه بالتنسيق مع استخدام الناموسيات وغيرها من الأساليب الوقائية. ويأمل مؤيدوه بأن يُسْفِر هذا الجمع عن تقليل إصابات الملاريا بشكل ملحوظ، فحتى لو ازدادت مقاومة الأدوية، سيكون عدد الحالات التي ستحدث فيما بعد قليلًا، ويمكن علاجها بأدوية أخرى، إلا أن الوقاية الكيميائية من الملاريا الموسمية لن تُكَلَّل بالنجاح إذا تعثّر التمويل والبنية التحتية للمشروع. وحتى الآن، كانت بداية البرامج مهزوزة. ومع ذلك.. يقول المدافعون إن التحديات يمكن التغلب عليها. «إن الوقاية الكيميائية من الملاريا الموسمية أمر ممكن، لكن ذلك يتطلب تنظيمًا، وسلسلة من الخطوات والمال لدعمه»، كما ترى استريلا لاسري، المستشار الفني للوقاية الكيماوية من الملاريا في منظمة «أطباء بلا حدود».

عندما تأتي النوايا بنتائج عكسية

تعطينا المحاولات السابقة في الوقاية الكيماوية من الملاريا ـ التي أجريت على نطاق واسع ـ دروسًا في ما لا يجب فعله. ففي خمسينات القرن العشرين، عمد ديفيد كلايد، وهو باحث الملاريا ضمن فريق الخدمات الطبية البريطانية الاستعمارية، إلى إعطاء عقار بيريميثامين إلى القرويين في تنزانيا. في ذلك الوقت، كان للبيريميثامين سجلّ قوي في القضاء على هذا الطفيليّ، لكن مع أي دواء، هناك فرصة ضئيلة لظهور مقاومة لدى بعض سلالات الطفيلي تمكّنها من البقاء على قيد الحياة وإصابة الآخرين، وهي فرصة تزداد عندما يتناول كثيرٌ من الناس الدواء في منطقة تضمّ عددًا وفيرًا من الطفيليّات على مدار السنة.

وقد عادت تجربة كلايد بهذا المفهوم إلى بريطانيا، فقد انخفضت معدلات الملاريا في البداية، ولكن بعد خمسة أشهر، توقفت 37% من حالات العدوى في القرية عن الاستجابة للدواء[1]. وبعد ثماني سنوات، انتشرت المقاومة تجاه بيريميثامين؛ فوصلت إلى عدم استجابة 40% من حالات العدوى ضمن منطقة يصل قطرها إلى 25 كيلومترًا من موقع التدخل الأصلي.

وقد جلبت الستينات من القرن العشرين المزيد من الدروس.. هذه المرة، عندما حاول العلماء إضافة عقار الكلوروكين إلى ملح الطعام . كانت التجارب الإكلينيكية قد أظهرت[2] أن الملح يخفض معدّلات الإصابة بالملاريا بشكل كبير. وعندما تم توسيع هذا التكتيك، وتم توزيع الملح في أسواق جويانا والبرازيل؛ لم يستهلك الناس إلا ما ناسب أذواقهم. واختار آخرون الملح غير المعالج عندما

NATURE.COM
لمشاهدة فيديو يتعلق بهذه المقالة، انظر:
go.nature.com/gy6rv2

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



في قرية دييبلا الواقعة في جنوب شرقي مالي، أم تعطي طفلها الأدوية التي تهدف إلى درء خطر الملاريا

أمكنهم ذلك، لأن الكلوروكين كان يسبب لهم حكة جلدية. ونتيجة لذلك.. تلقّى العديد من الناس الدواء بمستويات دون العلاجية، وهو ما لا يكفي للحدّ من عبء الإصابة بالملاريا، ولكنه يكفي لتعزيز المقاومة. «لقد كانت حملات الملح كارثة»، كما يقول كريستوفر بلاو، اختصاصي الملاريا في جامعة ميريلاند في كلية الطب في بالتيمور .

علّقت الحكومات ومنظمات الإغاثة غالبية برامج الوقاية الكيماوية بعد ذلك، ولكن المقاومة استمرت في النمو ـ وإن كان ببطء ـ مع استمرار الناس في استعمال الأدوية لعلاج حالات الإصابة بالملاريا. وبين عامي 1960 و2000، تسللت المقاومة تجاه الكلوروكين إلى جميع أنحاء العالم؛ وازداد عدد وفيات الملاريا بشكل ملحوظ. وقد بدأ هذا المنحى في الانعكاس حوالي عام 2005، بعد اعتماد واسع النطاق لعقار الأرتيميسينين، المستخلَص من عشبة الشيح الحلو الصينية (*Artemisia annua*). واليوم، تُعتبر الأدوية التي تحتوي على مادة الأرتيميسينين هي المعيار الذهبي لعلاج الملاريا .

فرصة ثانية

كان أليسين ديكو، اختصاصي الملاريا في جامعة باماكو في مالي، طالب دراسات عليا في مختبر بلاو عام 2001، عندما بدأ يفكّر جديًّا في إعادة إحياء الوقاية الكيماوية. فعندما كان طفلًا، خسر ديكو شقيقه الأكبر وأفضل صديق له بسبب الملاريا. وفي وقت لاحق، عندما أصبح طالب طبّ يعمل في المستشفيات، ذُهل من عدد الأطفال الذين رآهم يموتون. يقول: «ستشعر به بالفعل. وإذا كنا نريد أن نفعل شيئًا لهذا البلد من الناحية الصحية، فإننا بحاجة إلى إيقاف الملاريا أولًا».

اقترح ديكو إعادة استخدام الأدوية القديمة المضادة للملاريا وقائيًّا في الأماكن التي ليس فيها مقاومة على نطاق واسع حتى الآن. باستخدام الأدوية موسميًّا، لدى الأطفال الأصحاء فقط، وبالاشتراك مع غيرها، بدلًا من استخدامها منفردة، يأمل ديكو في تفادي بعض أخطاء الماضي. وعند إعطاء مزيج من الادوية، تحتاج الطفيليات لاكتساب عديد من الطفرات؛ لكي تتمكن من البقاء على قيد الحياة. هذه الطفرات لا تأتي عادة دون كلفة للطفيلي، لذا.. فإن التخلص من الضغط الانتقائي للأدوية خلال موسم الجفاف من شأنه أن يعطي الطفيليات التي لا تزال حساسة للعلاج فرصة للتغلب على تلك التي تبدي مقاومة له.

اقترح ديكو استخدام مزيج من سلفادوكسين وبيريميثامين يدعى SP، كان يعرف بأنه آمن نسبيًّا على المدى الطويل. في عام 2002، عالج فريقه 130طفلًا باستعمال المزيج لمدة شهرين في تجربة إكلينيكية، مقارنة بمجموعة تحصل على علاج بديل (البلاسيبو) في مالي[3]. وتمكّن العلاج من الحدّ من حالات الملاريا بنسبة 68%.

تابع الدراسة علماء آخرون من غرب أفريقيا، ومن بينهم بادارا سيسيه، الباحث السنغالي الذي كان في حينها يتابع بحثه للحصول على الدكتوراة مع اختصاصي الملاريا بريان جرين وود في مدرسة لندن للصحة والطب الاستوائي. وكان جرين وود يضع الوقاية الكيماوية في اعتباره منذ ثمانينات القرن العشرين، وقد أدرك مع سيسيه على الفور الفرصة المحتملة في توجّه ديكو. في عام 2004، بدأوا بإجراء تجربة في السنغال؛ لاختبار ثلاث جرعات شهرية من مزيج SP مع الأرتيسونات، المشتقة من مادة الأرتيميسينين. وبالمقارنة مع مجموعة العلاج البديل، أمكن تفادي تسع حالات من أصل عشر حالات تقريبًا من الملاريا[4].

ومع الحصول على منحة بلغت قيمتها 4.5 مليون دولار أمريكي من مؤسسة «بيل وميليندا جيتس» في عام 2008، أطلق سيسيه وزملاؤه تجربة إكلينيكية استمرت لمدة ثلاث سنوات، ولم تُنشر نتائجها بعد، لدراسة مزيج SP مع دواء آخر، هو أمودياكين (للحفاظ على فعالية مادة الأرتيميسينين). وقد عالجوا ما يقرب من 200,000 طفل دون العاشرة من العمر، ووجدوا أن لديهم عددًا من حالات الملاريا أقلّ بـ83% من الحالات الحادثة في مجموعة المقارنة، استنادًا إلى قول سيسيه. وكانت نتائج التجارب الأصغر في دول أفريقية أخرى مماثلة .

هذه الأرقام مثيرة للإعجاب، خاصة إذا عرفنا مدى تمرّد الملاريا تجاه التدابير الوقائية. فعلى سبيل المثال.. لم يمكن التوصل مطلقًا إلى أي لقاح فعال تمامًا ضد هذا المرض في أيّ وقت مضى. وقد أظهر أحد اللقاحات الأقرب إلى الموافقة، – RTS,S نتائج مخيّبة للآمال في التجارب الإكلينيكية الجارية، مع إنقاصه للإصابات بنسبة تقلّ عن 50% (انظر: *Nature* **502**, 271–272; 2013).

مقاومة الانتقادات

أثارت الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية بعض المخاوف التي أدت إلى تباطؤ اعتمادها. وأشار بعض المسؤولين الصحيين إلى أن المناعة الطبيعية والجزئية تجاه الطفيل ـ التي تراكمت مع نجاة الطفل من عدة نوبات من الملاريا ـ ستكون معرضة للتناقص. وعبّر آخرون عن مخاوفهم من الآثار الجانبية المحتملة جرّاء تناول الأدوية بانتظام، لكن أعلى الشكاوى صوتًا كانت تتعلق بخسارة الأدوية أمام المقاومة التي ستنشأ تجاهها.

وفي مكتب ضيّق في مبنى مؤقت في جامعة داكار، يشرح سيسيه كيف أصابته المداولات بين مسؤولي الصحة العامة بالإحباط عندما كانت الملاريا تهاجم أطفال السنغال بضراوة. ويغرق في مقعد يبدو أصغر بكثير منه، ويسأل: «أليس من الأنانية أن نجلس في مكاتبنا المكيفة الهواء، لنقول إنه يتوجب علينا الحفاظ على هذه الأدوية؟» ويتذكر إحدى الليالي، قبل 20 عامًا، التي شاهد فيها خمسة أطفال يموتون بسبب الملاريا، ولم يكن هناك ما يمكن أن يفعله لإنقاذهم. ويتابع: «لو أن هذا الأمر حدث لك، فلن يكون الخوف من فقدان الدواء محلّ نقاش» .

في عام 2012، تغلبت الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية أخيرًا على معظم المسؤولين. وقامت تعاونية كوكرين ـ وهي مجموعة دولية مقرها في ملبورن، أستراليا، متخصصة في تقييم الأدلة ـ بتحليل نتائج التجارب التي أجريت في السنغال، ومالي، وبوركينا فاسو، وغانا، وجامبيا، وخلصت[5] إلى أن الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية يمكنها منع أكثر من ثلاثة أرباع الإصابات بالملاريا في الأماكن التي هاجمها المرض موسميًّا. في هذه التجارب، كانت جميع علامات الآثار الجانبية والمقاومة والمناعة المنخفضة في الحدود الدنيا. ووفقًا لتقرير آخر[6]، فقد اصطفا ما يقرب من 21 مليون طفل سنويًّا في هذه المناطق للاستفادة من

الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية. والوقاية أقل تكلفة من العلاج. ففي كل شهر، تبلغ تكلفة الوقاية الكيماوية 1.50 دولار لكل طفل، وهي تكلفة تتضاءل مقارنة بتكاليف السفر والرعاية الطبية للطفل الذي يصاب بالمرض. وفي نوفمبر 2012، نشرت منظمة الصحة العالمية المبادئ التوجيهية لتطبيق الوقاية الكيمائية من الملاريا الموسمية، التي مكّنت البلدان من تطبيقها للحصول على دعم ماليّ من المنظمات الدولية[7].

بداية بطيئة

كان تطبيق التوجيهات تحديًّا على أي حال. يقول مامادو لامين ضيوف، مدير مشتريات الأدوية في برنامج السنغال الوطني لمكافحة الملاريا، إن عدد الأطفال المُدرجين هناك كان من المفترض أن يصل إلى ما يقرب من 600,000 طفل كل شهر، ابتداء من شهري يوليو وأغسطس، لكنه والوكالة الأمريكية المقدّمة لمشروع الدواء أساءا تقدير الوقت اللازم لإعادة تصنيع هذه الأدوية القديمة من جديد، وتقييمها من قبل منظمات مختلفة. في أوائل نوفمبر، تمكّن عمال الصحة من الوصول إلى 53,000 طفل فقط . «إننا نتعلم عن طريق العمل»، حسب قول ضيوف. ويتابع: «نحن نعرف الآن أننا ما لم نتقن إدارة سلسلة التوريد الطويلة هذه، فلن يكون أي شيء ممكنًا».

وقد أدى تأخّر الأدوية إلى تأخير روّاد الوقاية الكيماوية في شمال نيجيريا لمدة شهر. لم تبدأ حملة توجو حتى سبتمبر. وفشل مشروع بوركينا فاسو في الانطلاق عندما اتضّح أن التمويل لم يكن كافيًا. وتراجع حجم التدخل الذي كان مقررًا في مالي بعد أن وضع انقلاب عسكري وغزو منتسبي القاعدة في العام الماضي البلاد في حالة من الفوضى.

ومع الدروس المستفادة، يقول داعمو البرنامج إنهم سيكونون أفضل استعدادًا العام المقبل (انظر: «مليون حالة وقاية»). في مارس المقبل، تخطط بعض الدول للتقدم بطلب للحصول على تمويل من الصندوق العالمي لمكافحة الإيدز والسل والملاريا. يقول سكوت فيلر، منسق الأمراض في الصندوق العالمي، الذي يوجد مقره في جنيف، سويسرا: «لا يوجد عدد كبير من الأمور التي يمكنها أن تقي من الإصابة بالملاريا لدى 75% من الأطفال. لذا.. سندعمه بشكل كامل عندما تقصدنا الدول».

ومع استمرار البرامج، سيعمل الباحثون على المراقبة لمعرفة ما إذا كانت مقاومة الأدوية تتزايد. سيتم أخذ عينة من دم أفراد سيجري اختيارهم عشوائيًّا من بين القادمين إلى المستشفيات للعلاج من الملاريا في كل من مالي، وتشاد والنيجر، لتوضع هذه العينة كلطخة على ورقة ترشيح، ضمن حقيبة محكمة الغلق؛ لتُشحَن إلى مختبر في باماكو، حيث سيبحث ديكو وزملاؤه عن الطفرات المرتبطة بمقاومة مزيج SP والأمودياكين. وستعمل جامعة داكار على إجراء اختبارات مماثلة.

ولكي تحقق هذه الحملات تأثيرًا طويل الأمد، يجب أن تعمل برامج الوقاية الكيماوية بإيقاع يفوق سرعة الطفيليات في اكتساب المقاومة. ويأمل الداعمون أن تقضي العلاجات على معظم طفيليات الملاريا على مدى السنوات القليلة القادمة، منقصة من معدّل الإصابات ومحافظة على انخفاضها حتى عندما تبدأ المقاومة في الانتشار.

أمّا رامانان لاكسمينارايان، مدير مركز الدراسات الديناميكية والاقتصادية والسياسية للأمراض، مركز التفكير في السياسات الصحية الموجود في واشنطن العاصمة، فيشكّك في الأمر. إنه يتوقّع أن التنفيذ غير المثالي سيمنع الحملات من تحقيق الفوائد الحاصلة في التجارب الإكلينيكية، وأن المرض سيرتدّ عائدًا من جديد في نهاية الأمر.

والأهم من ذلك.. كما يقول بول ميليجان، وهو باحث الملاريا في كلية لندن للصحة والطب الاستوائي، أنه يتعين على الجهات المموّلة دعم عمليات تقييم المتابعة للإحاطة بأي آثار غير مقصودة، مثل زيادة قابلية الإصابة بالملاريا بين الأطفال الذين يكبرون، دون التعرّض لهذه التدخلات. وهو يقول محذّرًا: «إذا اكتفينا بالنتائج فقط ولم نتبعها بالمراقبة، فإننا نخاطر بتكرار كل الأخطاء التي ارْتُكِبَتْ في الماضي».

«إذا اكتفينا بالنتائج فقط ولم نُتْبِعْها بالمراقبة؛ فإننا نخاطر بتكرار كل الأخطاء التي ارتُكِبَت في الماضي».

وبرامج المراقبة ومقاومة العقاقير تعني القليل للأمهات اللواتي يتجمعن في قرية صغيرة في منطقة كوتيالا في مالي فقط بعد شروق الشمس في سبتمبر. تصل أوا دامالي، 25 سنة، مرتدية ثوبًا مطرزًا أزرق اللون، مع حجاب مناسب له، على عربة يجرها حمار، مع أطفالها الأربعة، وطفلين من عائلة أخرى. ابتلع خمسة من الأطفال الدواء، لكن أحد أبناء دامالي كان مريضًا في الأسبوع الثاني من نوفمبر الماضي . جاءت نتيجة اختبار إصابته بالملاريا إيجابية؛ وتمت إحالته إلى أقرب عيادة. إن الوقاية الكيماوية من الملاريا الموسميّة إجراء وقائي فقط .

قد يكون مرض الصبي علامة على أن العقاقير التي تناولها الشهر الماضي ليست فعّالة 100%، أو أنه لم يبتلع كل جرعة العلاج، لكن حالته لا تقلل من حماس دامالي. فهذه هي المرة الأولى التي يصاب فيها أحد أبنائها هذا العام بالملاريا. وقبل هذا الإجراء، كانت تتنقل باستمرار بين العمل في المزرعة ورعاية الأطفال المرضى. إنها لا تريد أن تسمع عن إمكانية تجفيف تمويل هذا البرنامج، أو فقدان الأدوية لقدرتها الوقائية بعد سنوات من بدء البرنامج. إن معظم أبنائها يتمتعون الآن بصحة جيدة، وهذا هو ما يهمها أكثر. ■

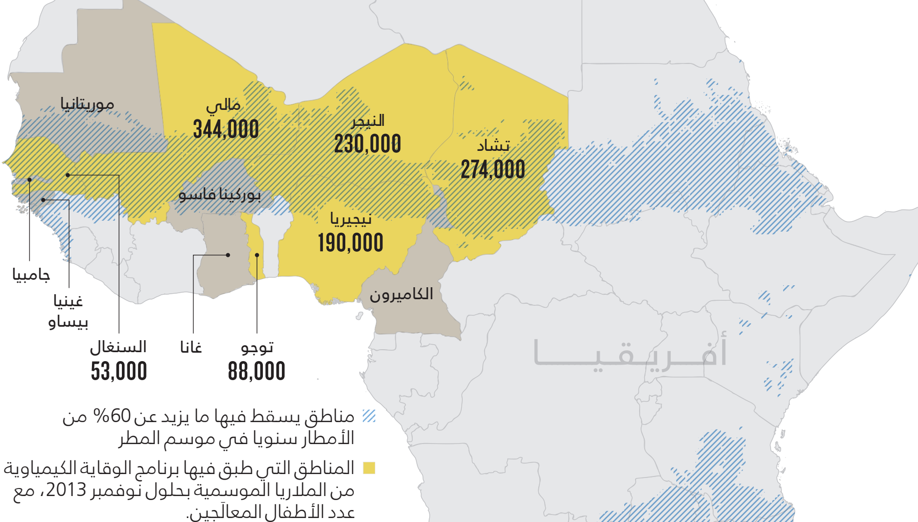
آمي ماكْسِمن صحفيّة علمية مستقلة في مدينة نيويورك.

تمت تغطية تكاليف السفر لكتابة هذه القصة بمنحة مقدَّمة من مركز «بوليتزر للتغطية الإخبارية للكوارث»، واشنطن العاصمة.

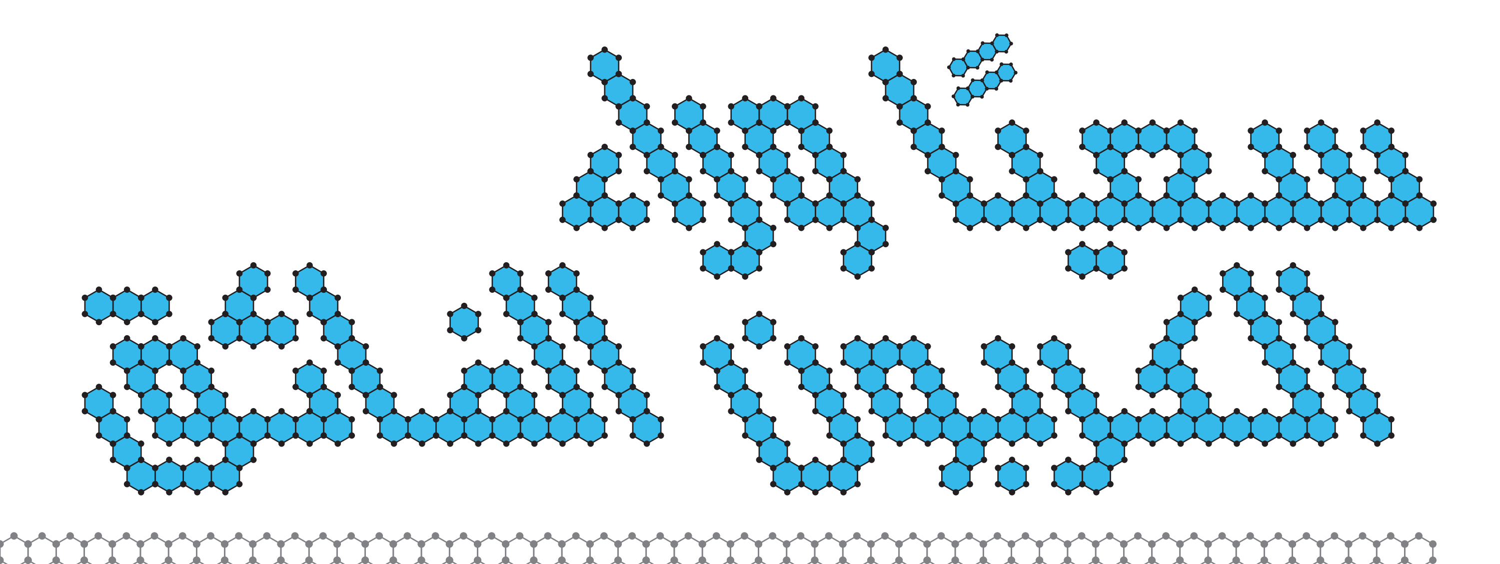
1. Plowe, C. V. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* **103,** S11–S14 (2009).
2. Giglioli, G., Rutten, F. J. & Ramjattan, S. *Bull. World Health Org.* **36,** 283–301 (1967).
3. Dicko, A. *et al. Malar. J.* **7,** 123 (2008).
4. Cissé, B. *et al. Lancet* **367,** 659–667 (2006).
5. Meremikwu, M. M., Donegan, S., Sinclair, D., Esu, E. & Oringanje, C. *Cochrane Database Systematic Rev. 2012* http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003756.pub4 (2012).
6. Cairns, M. *et al. Nature Commun.* **3,** 881 (2012).
7. World Health Organization *Seasonal malaria chemoprevention with sulfadoxine-pyrimethamine plus amodiaquine in children: A field guide* (2012).

مليون حالة وقاية

مع حلول شهر نوفمبر 2013، وصلت الوقاية الكيماوية من الملاريا الموسمية إلى 1,2 مليون طفل تقريبا في مناطق تتلقى 60% على الأقل من الأمطار سنويًّا في موسم المطر. إذا رُفع معدّل الوقاية الكيماوية من الملاريا الموسمية لتغطية كافة المناطق التي قد تكون فعّالة فيها، فقد تتمكن من الوصول إلى 25 مليون طفل، وتقلل من عدد وفيات يُقدَّر بحوالي 80,000 كل سنة.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



خصائص الجرافين المبهرة تَعِدُ بثورة تكنولوجية، لكن قد يقتضي الأمر مليار يورو للتغلب على بعض المشكلات الأساسية.

مارك بِيْلُو

يظهر السيد جي متفرسًا في ملصق حائطي لتجنيد وتوظيف الخبرات بأحد مباني الهندسة بجامعة كمبريدج، بالمملكة المتحدة.. ينتفخ رداؤه الكاريكاتوري وراءه، وتتموج عضلاته المرسومة تحت زيِّه، وصدره مزركش بحرف G داخل مضلع سداسي، وتشير سبابته للناظر إليه مباشرة: «أريدك لسفينة قيادة الجرافين!»، هكذا يعلن المحارب الكاريكاتوري، مناصرًا مادة فائقة، كما هو أيضًا سوبرمان.

والجرافين هو أكثر المواد رقة على الإطلاق: رقاقة مفردة، سُمْكها من ذرات الكربون، تتخذ شكلًا نمطيًّا كخلايا قرص العسل سداسية الأضلاع. والجرافين صلب كالماس، وأقوى من الصلب مئات المرات، لكنه في الوقت نفسه في غاية المرونة، بل وقابل للمط. يوصل الكهرباء عند درجة حرارة الغرفة أسرع من أي مادة أخرى معروفة، ويمكنه تحويل الضوء من أي طول موجي إلى تيار. وخلال العقد الماضي منذ فُصل الجرافين لأول مرة، اقترح الباحثون عشرات التطبيقات الممكنة، من رقائق (شرائح) حاسوبية أسرع، وشاشات لمس مرنة إلى خلايا طاقة شمسية وأغشية تحلية مياه عالية الكفاءة.

إنّ تسخير خواص الجرافين المميزة للاستخدام العملي أثبت أنه التحدي الكبير. فالجرافين معقد، وتكلفة صنعه في رقاقات كبيرة باهظةٌ، حيث تكون به عادة عيوب كثيرة وتمزقات على المستوى الذري، فتفشل في مضاهاة الخواص المدهشة لرقاقات الجرافين الصغيرة المدروسة بالمختبر. وحتى لو جاءت النوعية جيدة، ليست هناك طرق صناعية للتعامل مع أشياء بالغة الرقة، أو لدمجها بمواد أخرى؛ لإنشاء منتجات مفيدة. والأكثر من ذلك.. هناك ضعف فائق بالجرافين، فإلكتروناته قد تكون فائقة الحركة، لكن الخواص الأخرى تجعله غير ملائم أساسًا كمفتاح للتشغيل والتعطيل، الذي يمثل لب الإلكترونيات الرقمية.

ومن ثَمَّ تأتي حملة السيد جي للاستعداد للمواجهة، حيث ابتُدِعَت هذه الشخصية في 2011 للمساعدة في ترويج انطلاقة متعددة الجنسيات لمشروع سفينة قيادة الجرافين: مجهود أوروبي خالص يكلف مليار يورو (1.35 مليار دولار) ويمتد عِقدًا، بهدف نقل الجرافين من منصات المختبرات إلى عنابر المصانع. وليس فقط الجرافين... فأنصار المشروع يريدون أيضًا دراسة أكثر من عشر مواد أخرى ذرية السُمْك، اكتُشفت على إثر الجرافين—ولو استُخدمت غلافًا للجرافين؛ فقد تساعد في التغلب على تحديات استخداماته[1].

نجحت الحملة.. فقد أطلقت المفوضية الأوروبية إشارة البدء في مشروع سفينة قيادة الجرافين في يناير 2013 (انظر: *Nature* **493**, 585–586; 2013). يمثل المشروع فعلًا أكبر مجهود في العالم في مجاله، مستقطبًا مئات العلماء من 17 دولة أوروبية، وسوف ينمو أكثر بعد إطلاق سفينة القيادة أول دعوة لمقترحات مشروعات إضافية في 25 نوفمبر الماضي.

حمَّس ضخ الأموال والطاقة أوساط الاهتمام بالجرافين، حسب قول أندريا فراري، مدير مركز جرافين كمبريدج، ورئيس المجلس التنفيذي للمشروع. يقول فراري، الذي يعرض جدار مكتبه ملصق السيد جي الإعلاني: «لم ينخرط أحد في أي شيء بهذا الحجم من قبل».

العديد من الأطراف

يتساءل البعض إنْ كان المشروع ضخمًا جدًّا.. أيكون مجهود تعاون بين الأكاديميات والصناعة ـ والمغلول حتمًا بقيود بيروقراطية مثل هذا المشروع الضخم ـ أفضل طريقة لإنجاز ثورة تكنولوجية؟ يقول فايدون إيڤوريس، الباحث في الجرافين وتكنولوجيا النانو بمركز أبحاث توماس واتسون، التابع لشركة IBM في يوركتاون هايتس، نيويورك: «هذه ليست طريقة حقيقية لتطوير المنتجات». بعض الباحثين المنخرطين في المشروع قَلِق من أن القوى السياسية، وليس الأولويات العلمية، هي التي سوف توجه تخصيص الموارد المالية خلال السنوات القليلة القادمة.

إنّ احتمالات نجاح سفينة القيادة تبدو قوية بما يكفي لأنْ تقوم الحكومات وشركات صناعية مشاركة ـ مثل نوكيا، وإيرباص ـ بتغطية نصف تمويل المشروع، حيث (ستقدم المفوضية الأوروبية باقي التمويل). يقول مدير سفينة القيادة جاري كيناريت، ومقره بجامعة تشالمرز للتكنولوجيا بِجوتنبرج، بالسويد: «آمل بعد عشر سنوات أن تصبح تقنيات الجرافين ومواد الرقائق الأخرى في التيار العام». وبالضبط كما نفعل الآن مع البوليمرات وأشباه الموصلات والسيراميك. يؤكد كيناريت: «ينبغي أن نعتبر الجرافين أمرًا مفروغًا منه».

ينقسم برنامج سفينة القيادة إلى 16 حزمة عمل، معظمها مستهدف بتطبيقات متطورة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كالإلكترونيات عالية التردد، وأجهزة الاستشعار، وتخزين الطاقة. وتبلغ قيمة الموارد المخصصة لمقترحات المشروعات في نوفمبر الماضي 9 ملايين يورو، وهي مجرد بداية لمرحلة تكثيف أبحاث التطوير البالغة مخصصاتها 54 مليون يورو، ويُتوقع تسليم أول موجة نماذج أولية بحلول عام 2016.

ولن تكون هناك رقائق جرافين حاسوبية، أو أجهزة استشعار جرافينية، أو خلايا جرافين شمسية بدون إمدادات متواصلة من الجرافين ذاته. إنّ أحد أهم التحديات لسفينة القيادة هو إيجاد طرق أكثر اقتصادية وموثوقية لإنتاج رقاقات عالية الجودة من الجرافين.

وما زالت أغلبية مختبرات الأبحاث تصنع الجرافين باستخدام طريقة بدأها منذ 2004 أندريه جايم، وقسطنطين نوفوسيلوف بجامعة مانشستر، بالمملكة المتحدة، اللذان فازت أبحاثهما بجائزة نوبل للفيزياء في عام 2010. توصّل جايم ونوفوسيلوف إلى استخدام شريط لاصق عادي للمس الجرافيت العادي، مكون من طبقات جرافين بالمليارات، مكوّمة فوق بعضها، ويمكن تقشيرها كرقاقات كربون صغيرة. وبتكرار تجزئة هذه الرقاقات، ينتهي أمرها إلى جرافين[2]. استطاع أي مختبر استخدام هذه التقنية؛ ومن هنا اندلعت أبحاث الجرافين.

وهذه الطريقة أبطأ وأصعب كثيرًا من أن تُستخدم للإنتاج الصناعي. فصنع رقاقة جرافين بحجم ميكرومتر واحد بهذه الطريقة يكلف أكثر من 1000 دولار؛ مما يجعل جرام الجرافين ـ مقارنة بغيره ـ من أغلى المواد على الأرض.

يعتمد الأسلوب البديل الأبرز[3] على «ترسيب الأبخرة الكيميائية » CVD، حيث يُضخ غاز الميثان في رقاقة نحاسية محفزة مسخنة لدرجة حرارة 1000 مئوية. ومع تفكك الميثان، تبدأ جزر صغيرة من الكربون في النمو على رقاقة النحاس، وتترابط معًا لتشكل رقاقة خليط بلوري متعدد من الجرافين. وتُستخدم الكيميائيات الصلبة لإزالة النحاس، والحصول على رقاقة جرافين بعرض عشرات السنتيمترات، يمكن نقلها فوق ركيزة من سيليكا أو بوليمر. وبهذه العملية، تصل تكلفة متر الجرافين المربع أقل من 100 ألف دولار، لكن المنتج غالبًا مليء بعيوب تُخِل بخواصه الكهربية، مما يجعله أضعف كثيرًا من الرقاقات المنتجة بطريقة الشريط اللاصق.

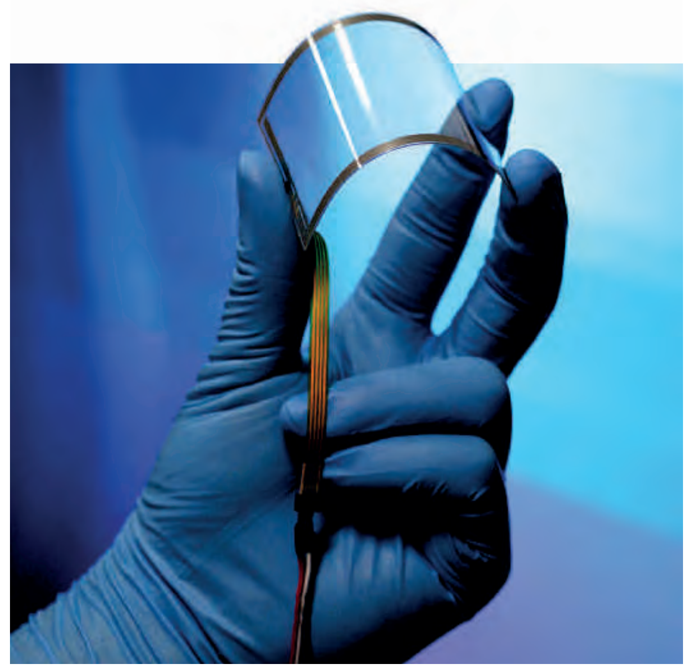
خطة صناعية

يعالج برنامج سفينة القيادة هذه المشكلة جزئيًّا عبر شركائه الصناعيين، كشركة «جرافينيا» بِسان سباستيان، إسبانيا، التي تصنع بالفعل نحو 15 مترًا مربعًا من الجرافين سنويًّا. ويُفترَض أن تستفيد من صفقة وقعت في سبتمبر الماضي، ستقوم بموجبها شركة إنتاج جرافين ناشئة «بلوستون جلوبال تيك» Bluestone Global Tech، ومقرها وابنجرز فولز بنيويورك، بافتتاح منشأة تجهيز ما قبل الإنتاج ومكاتب بمعهد الجرافين القومي، بمانشستر، مركز مجهود الجرافين ببريطانيا. بدأت بلوستون السنة الماضية تسريع عجلة الإنتاج، وخفض التكاليف باستخدام فقاعات الهيدروجين لندف طبقات الجرافين الأحادية بعيدًا عن رقاقة النحاس بدون خدش[5،4].

وحتى عملية إنتاج بلوستون للجرافين «لا تزال طريقة معقدة جدًّا لإضافة الجرافين إلى ركيزة»، حسبما يقول تاباني ريهانن، رئيس أبحاث أجهزة الاستشعار والمواد بشركة نوكيا الفنلندية، وعضو المجلس الاستشاري لسفينة القيادة. وتهدف سفينة القيادة إلى صقل عملية ترسيب الأبخرة الكيميائية، وتحسين طرق الإنتاج البديلة. كذلك، تمثل عملية النقل الصعبة للجرافين الطازج من رقاقة (النحاس) المحفزة إلى ركيزة جديدة إشكالية أخرى. ولو بُسِط الجرافين الطازج على ركيزة سيليكون، مثلا، لتجعّد وانثنى. وأحد الحلول أن يُنتَج الجرافين مباشرة فوق ركيزة، أو فوق طبقة أحادية متينة واقية، مثل نتريد البورون، وهي عملية استُخدمت على نطاق صغير في السنة الماضية[6].

وفي نهاية المطاف، يقول رود رويوف بجامعة تكساس بأوستن، الذي قاد تطوير طريقة إنتاج الجرافين بترسيب الأبخرة الكيميائية، إنّ أفضل طريقة لخفض التكاليف والدفع بالجرافين إلى التيار العام هو صنع طبقات جرافين أحادية عالية الجودة من الجرافيت الخام—تقشير على المستوى الصناعي. ستبحث سفينة القيادة المعاملات الكيميائية، والاهتزاز فوق الصوتي، وغيرها؛ لكن الطريقة العملية والقابلة للقياس تبدو بعيدة المنال الآن. يقول رويوف: «نحتاج هنا إلى إنجاز كبير».

ورغم تحديات تصنيعه، يسارع المتحمسون للإشارة إلى وصول الجرافين إلى الأسواق بالفعل. فالجرافين متعدد الطبقات، حيث تكون الرقائق مكومة فوق بعضها، يُستخدم لتقوية مضرب التنس الذي تنتجه «هيد» Head للأدوات الرياضية، مثلًا، ويُستخدم لتشكيل



BYUNG HEE HONG

الجرافين يوفر طريقة لصنع شاشات مرنة وشفافة للهواتف الذكية.

دائرة موصّلة في تغليف يكافح السرقة لشركة «فُوربك مَتيريالز» Vorbeck Materials، في جيسَب، ميريلاند.

وهذه الأشكال من الجرافين الأرخص تضم نطاقًا من البِنَى المختلفة، هي أساسًا قطع جرافيت نانومترية الحجم. وخواص خليط الشظايا السخامي هذا لا تضاهي قوى الجرافين الفائقة لدى السيد جي، التي تبلغ أوجها في طبقات بِكر أحادية الذرة وترتيب ذري مثالي فقط. في هذه الحالة فحسب، تتدفق الإلكترونات بسرعة أكبر من أي مادة أخرى.

ولتحريك التيار خلال أي بلورة، ينبغي للإلكترونات أولًا إزالة عائق يسمى فجوة النطاق: الطاقة المطلوبة لإطلاقها من الذرات الفردية وإفلاتها لتتجول بحرية. تكون لدى المواد العازلة فجوة نطاق كبيرة، أي أن إلكتروناتها مقيدة بشدة إلى ذراتها، وتحتاج دفعة طاقة ضخمة لبدء الحركة (انظر: «انتبه للفجوة»). أما فجوة نطاق أشباه الموصِّلات، كالسيليكون، والجرمانيوم فتكون أصغر كثيرًا، وبذلك تحتاج دفعة طاقة صغيرة. إنّ المعادن ليست لها فجوة نطاق إطلاقًا؛ فهي موصلات جيدة، لأن بعض إلكتروناتها على الأقل تكون حرة دائمًا، لكن الجرافين يتموضع بالضبط على الحدود، متمتعًا بفجوة نطاق متناهية الصغر، تساعد التيار ليمر عبر السداسيات المتشابكة أسرع بمائة إلى مائتين مرة من سرعته عبر السيليكون[7].

> «لا أحد سيترك السيليكون، إذا لم يكن هناك سبب مقنع حقًّا لذلك»

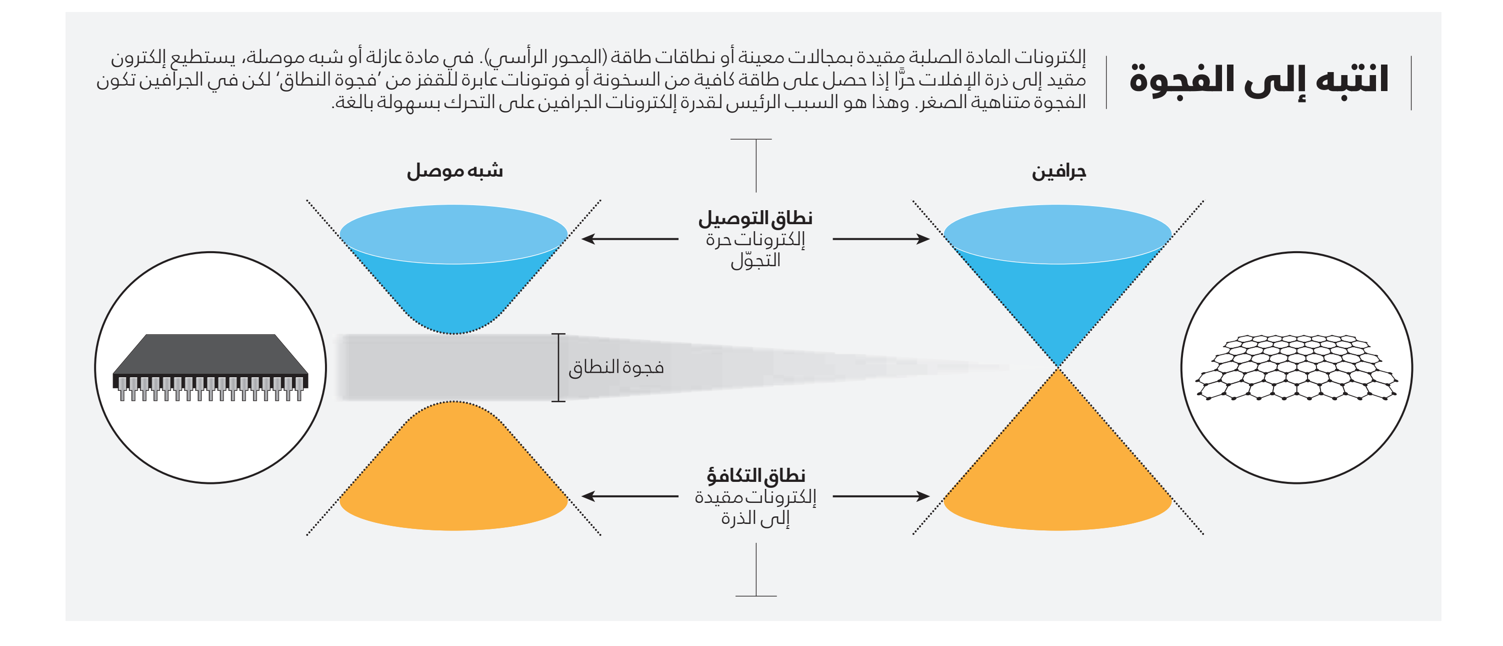
تجعل فجوة النطاق الضئيلة هذه الجرافين نَهِمًا بصريًّا. فالسيليكون يستطيع امتصاص الفوتونات بمستويات طاقة تفوق فجوة نطاقه فقط؛ فإذا أصابته فوتونات طاقتها أضعف، لا تستطيع تحرير الإلكترونات من ذراتها الأصلية. وعلى نقيض ذلك.. يستطيع الجرافين امتصاص الفوتونات عبر الطيف المرئي وما وراءه، محولًا طاقتها إلى تيار كهربي.

يقول دانيال نَيّماير من شركة الأبحاث المتعاقدة «أمو» AMO، بآخِن في ألمانيا، الذي يقود رزمة تطوير الإلكترونيات عالية التردد لسفينة القيادة: «حقيقةً، ليست هناك مادة أخرى لها خواص جيدة لكل من البصريات والإلكترونيات».

وهذا المزيج من القدرات يجعل الجرافين مرشحًا واعدًا لتحويل الفوتونات إلى إشارات كهربية. مكشاف الفوتونات الجرافيني، يتيح للرقائق الحاسوبية الاتصال بواسطة الضوء، بدلًا من الإلكترونات كبديل أبطأ وأكثر استهلاكًا للطاقة. وهو تقدُّم سيخفض استهلاك الطاقة، ويتيح للحواسيب التعامل مع البيانات بشكل أكفأ. ستكون مِكْشافات الفوتونات الجرافينية أصغر من المكشافات الراهنة المصنوعة من الجرمانيوم، ويمكنها التعامل مع نطاق عريض من الأطوال الموجية؛ مما يتيح لها تفسير إشارات متعددة مجمعة معًا بالشعاع نفسه (انظر: Nature http://doi.org/ pz2; 2013).

يفيد الجرافين أيضًا في أجهزة المسح الطبي والأمني التي تستخدم إشعاعًا بمستويات تردد عند التيراهرتز. فتوليد ومعالجة موجات التيراهرتز، الواقعة بين منطقتي تحت الحمراء

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



والمايكروويف بطيف التردد، يتطلب غالبًا أجهزة ضخمة أو تبريدًا شديدًا، لكن أجهزة الجرافين مضغوطة، ويمكنها توليد أو اكتشاف الموجات بدرجة حرارة الغرفة. وحسب قول إيفوريس، فإن هذه ربما تكون أفضل فرص الجرافين لفتوحات تطبيقية، لأنه قد يجد دورًا لم تشغله أي مادة أخرى راسخة الاستخدام بعد.

ويرى آخرون أن خاصية الجرافين البصرية الأبرز (وهي شفافيته) قد تثمر تطبيقها الرئيس الأول في صناعة الإلكترونيات. وحاليًا، تطوِّر «سامسونج» وشركات آسيوية أخرى أقطاب جرافين شفافة، كشاشات لمس للهواتف الذكية. فأقطاب أكسيد قصدير الإنديوم المستخدمة اليوم قابلة للكسر، بينما الجرافين قوي ومرن. ورغم أن شاشات اللمس الجرافينية أغلى حاليًا من الأنواع التقليدية، «إلا أن التكلفة تنخفض بسرعة مع تعزيز حجم الإنتاج»، حسب قول يو-مينج لين، أحد مؤسسي شركة «بلوستون».

عيوب الجرافين

عندما يتعلق الأمر بالإلكترونيات الرقمية، فقوة الجرافين الكبرى هي أيضًا ضعفه الأكبر. ومبدئيًّا، إلكتروناته المتحركة للغاية تتيح لترانزستورات الجرافين معالجة البيانات بمعدل عالٍ جدًّا، بل تتجاوز سرعة بعض أجهزتها لمعالجة البيانات 400 جيجاهرتز، أي أسرع بمرات عديدة من أجهزة السيليكون الموازية لها[8]، لكن افتقاد الجرافين عمليًّا لفجوة النطاق يجعل من الصعب جدًّا 'تعطيل' التيار، بعد أن بدأ يتدفق، وهي عقبة خطيرة لعمليات المنطق الرقمي، التي جوهرها تشغيل وتعطيل التيار. واستخلاص الجرافين باستخدام مواد أخرى، أو تقطيعه أشرطة ضيقة، يمكن أن ينشئ فجوة نطاق صغيرة، لكن هذا يبطئ أيضًا تدفق الإلكترونات. لذلك.. يحاول الباحثون ضبط خواص الجرافين الكهربية بالجمع بين الجرافين ومواد أخرى أحادية الطبقة، مثل نيتريد البورون أو ابتداع ترانزستورات ثاني كبريتيد الموليبدينوم وثاني سيلينيد التنجستن[9-11].

ما زال طريق الجرافين ليحل محل إلكترونيات السيليكون طويلًا، حسب قول تيم هارپر، بشركة تطوير التكنولوجيا «سَيَنتيفيكا» Cientifica، بلندن: «لا أحد سيترك السيليكون إنْ لم يكن هناك سبب مقنع حقًّا لذلك». وفي الأمد القريب، ستكون نقطة رواج ترانزستور الجرافين الكبرى هي قدرته على العمل عبر نطاق من الجهد الكهربي، وليست أي قدرة على التعطيل والتشغيل. وقد تضم التطبيقات أجهزة استشعار لملوثات البيئة، أو لمستويات أكسجين الدم، أو مرسلات ومستقبلات بالهواتف المحمولة. وبنهاية مرحلة الثلاثين شهرًا لتكثيف برنامج سفينة القيادة، سيكون هدف نَيْمار بناء نماذج أوليّة تثبت إمكانات الجرافين بهذه المجالات. يقول نيمار: «التوقعات في اللحظة الراهنة كبيرة جدًّا».

وهناك أيضًا مخاوف لبعض الباحثين. فباعتبارها أحد أبرز مشروعات أوروبا العلمية الرفيعة، فإن سفينة قيادة الجرافين معرضة للإبحار في مياه سياسية غادرة.. فالمفوضية الأوروبية تريد لسفينة القيادة أن تكون شاملة قدر الإمكان، للتأكيد على أن الدول الأعضاء الأقل تمثيلًا حصلت على قطعة من العمل. وإحدى عواقب ذلك.. أن الدعوة لمقترحات المشروعات في 25 نوفمبر الماضي مفتوحة فقط لشركاء جدد، حيث يُحظر على مجموعات أبحاث مشروع سفينة القيادة التقدم بعطاءات للاستفادة من تلك الأموال. يقول كيناريت: «جاء ذلك كالمفاجأة». فالقاعدة المتبعة هنا تستبعد كافة الباحثين الذين سجلوا جماعيًّا عبر شبكات الأبحاث القومية، كالمركز القومي للأبحاث العلمية (CNRS) بفرنسا، وجمعية ماكس بلانك بألمانيا، والمجلس الأعلى للأبحاث العلمية (CSIC) بإسبانيا. مارست الشبكات القومية ضغوطًا على المفوضية الأوروبية لتغيِّر تلك القاعدة، لكن كيناريت يقول «لم نكن ناجحين».

يتوقع كيناريت أن يتغير هذا التقييد في السنة القادمة لدى دخول برنامج الاتحاد الأوروبي «هورايزن 2020» حيز التنفيذ، وتتوافر مسارات تمويل أخرى في الوقت نفسه، لكنْ هناك شعور بالتشاؤم لدى بعض الباحثين، حيث يتخوف فيراري من مخاطر إغفال الهدف الأصلي: ثورة تكنولوجية حقيقية في عشر سنوات. وبتجزئة أموال سفينة القيادة إلى كتل أصغر، وتوزيعها بشكل أوسع، يمكن لأوروبا إسعاد دول أعضاء أكثر، لكن قد يضعف هذا من تأثير المشروع. يؤكد فيراري أن «الامتياز يجب أن يكون هو المعيار».

في تلك الأثناء، تواجه أوروبا منافسة قوية من آسيا في سباق تحويل الجرافين إلى منتجات. فرغم أن الاتحاد الأوروبي هو الأول عالميًّا في إنتاج أبحاث الجرافين الأكاديمية، لكن مكتب الملكية الفكرية التابع للحكومة البريطانية في نيوبورت أورد في مارس 2013 أن 15 من أصل 20 حائزًا على براءات اختراع تخص الجرافين هي شركات وجامعات في الصين واليابان وكوريا الجنوبية، مع تصدُّر «سامسونج» بشوط كبير. وبعض شركات التصنيع الصينية تقول إن الأجهزة المحمولة المجهزة بشاشات لمس جرافينيّة ستُطرح في الأسواق في هذا العام.

لقد قادت أوروبا العالَمَ في أبحاث الجرافين الأكاديمية، لكنها تأخرت في التطوير. يقول كيناريت: «هذا هو ما نأمل أن نغيِّره». ■

مارك بيلو كاتب حر من كمبريدج، المملكة المتحدة.

NATURE.COM
للمزيد حول الجرافين، انظر آفاق نيتشر:
go.nature.com/hm4lsm

1. Geim, A. K. & Grigorieva, I. V. *Nature* **499,** 419–425 (2013).
2. Novoselov, K. S. *et al. Science* **306,** 666–669 (2004).
3. Li, X. *et al. Science* **324,** 1312–1314 (2009).
4. Gao, L. *et al. Nature Commun.* **3,** 699 (2012).
5. Wang, Y. *et al. ACS Nano* **5,** 9927–9933 (2011).
6. Yang, W. *Nature Mater.* **12,** 792–797 (2013).
7. Chen, J.-H., Jang, C., Xiao, S., Ishigami, M. & Fuhrer, M. S. *Nature Nanotechnol.* **3,** 206–209 (2008).
8. Cheng, R. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 11588–11592 (2012).
9. Hunt, B. *et al. Science* **340,** 1427–1430 (2013).
10. Radisavljevic, B., Radenovic, A., Brivio, J., Giacometti, V. & Kis, A. *Nature Nanotechnol.* **6,** 147–150 (2011).
11. Liu, W. *et al. Nano Lett.* **13,** 1983–1990 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

UPLOAD YOUR MANUSCRIPT





npg nature publishing group language editing
Premium science and medical editing

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

Reliability

5 years since launch



40% of customers resubmit

Study Field

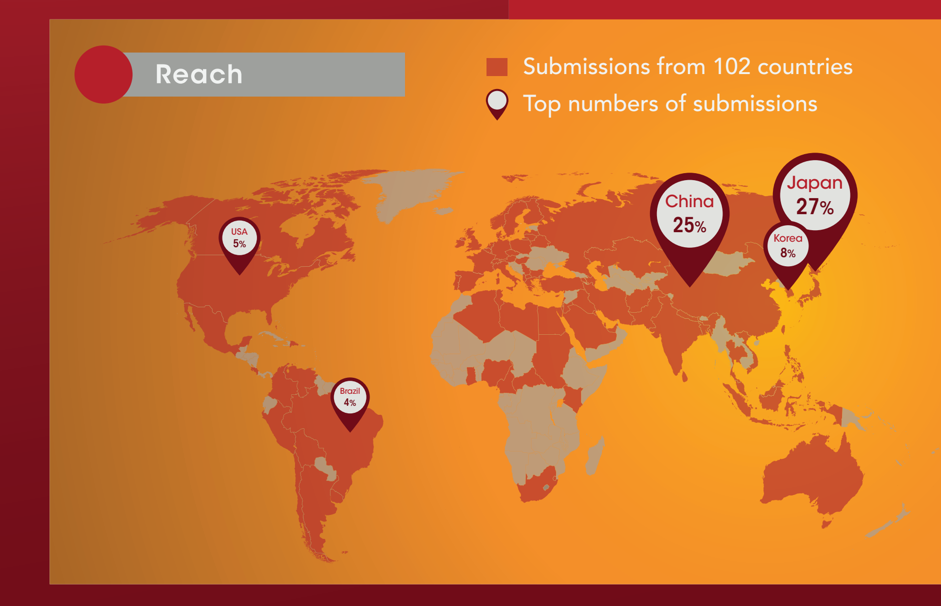
Submissions in 225 different subject categories

Usage



of submissions so far

Reach



Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageediting.nature.com



QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

تعليقات

تقنية لا زال هناك مجال للتحسين قبيل إطلاق المبادرة الأمريكية لجينوم المواد **ص. 43**

المنهج العلمي من أجل استشارات علمية أفضل.. هناك عشرون ملاحظة لتفسير الادعاءات العلمية **ص. 45**

الطب الشرعي قصة الفريق الذي كشف لغز ضحايا سريبرنيتشا بتحليل الحمض النووي **ص. 50**



تأبين جورج هِربيج الفلكي الذي أسَّس لدراسات النجوم الفَتِيّة **ص. 54**



ANDREW BIRAJ/REUTERS/CORBIS

العدوى الطُّفيلية خفيّة الأبواغ، أو «كريبتو»، هي واحدة من أكثر أربعة مُسبّبات للإسهال الحاد لدى الأطفال الصغار.

آن الأوان لمواجهة «كريبتو»

يحمل طُفيل خفيَّة الأبواغ، والذي لم يُعرف عنه الكثير، تهديدًا خطرًا للأطفال. يدعو **بوريس سترييبن** علماء الأحياء الدقيقة وممولي الأبحاث أن يولوا هذا الطفيل المزيد من الاهتمام.

كشفت دراسة[1] إكلينيكيّة ووبائية ضخمة في مطلع هذا العام، أُجريت على 22500 طفل من أفريقيا وآسيا ـ بشكل غير متوقَّع ـ أنَّ الطُّفيل المكوَّن من خليّة واحدة، الذي يُعرف باسم «داء خَفِيَّات الأَبْواغ» (*cryptosporidium*)، أو «كريبتو» اختصارًا، هو واحد من أربعة مُمْرِضات مسؤولة عن التّسبب في أكثر حالات الإسهال الحادّ لدى الأطفال والرُّضَّع. والإسهال ـ وفق تقديرات منظمة الصحة العالمية WHO ـ مسؤول عن 10.5% من 8 ملايين حالة وفيات تقريبًا لدى الأطفال تحت سن الخامسة كل عام[2]. وللمقارنة: (تتسبَّب الملاريا بما يُشكّل 7% من هذا العدد من الوفيات، بينما يتسبَّب مرض نقص المناعة «الإيدز» في 2% فقط).

يتم الآن توفير العلاج واللّقاحات ـ أو هي قيد التطوير السريع ـ لثلاثة من هذه المُمْرِضات الأربعة التي تمّ تحديدها: فيروس روتا (Rotavirus)، وبكتيريا الشيجيلّا (*Shigella*)، والإشرشية القولونيّة مُوَلِّدة السُّمّ المعويّ (Enterotoxigenic *Escherichia coli*)، (انظر: «قاتل الأطفال»)، إلّا أنّه لا يتوفر حتى الآن أي دواء أو لقاح تام الفعاليّة لكريبتو، وما زالت هناك حاجة إلى البِنْيَة الأساسية والأدوات الملائمة لاكتشاف وتقييم وتطوير علاج له.

هناك انطباع سائد بأنّ «كريبتو» مُعضلة عَصِيّة على الحلّ، رغم أنه طُفيل مثيرٌ للاهتمام، وذلك نظرًا إلى التحديات التقنيّة الموجودة للعمل على هذا الطُفيل في المُختبر. على سبيل المثال.. لا تدوم المزارع المخبرية لكريبتو إلّا أيامًا معدودة على الأكثر، كما تتعذّر دراسةُ بعض سُلالاته التي تُصيب الإنسان في كائنات حية نموذجية، كالفئران، بسهولة. وهو ما أدّى إلى عزوف علماء الأحياء وممولي الأبحاث عن دراسة هذا الطفيل. فقد أظهر بحثٌ عبر محرك بِبْ مِيد (PubMed) أنّه خلال الخمس سنوات الماضية، فاق عدد المقالات التي نُشِرت عن الملاريا عشرين ضعف تلك التي نُشرت عن كريبتو، إلّا أنّني أؤمن أنه باستخدام أدوات وأساليب البحث المناسبة، وبتخصيص الموارد المالية الكافية، سيكون هدف منع الوفيات التي يُسبِّبها هذا الطُفيل واقعيًّا. إضافة إلى ذلك.. فعند وضع كريبتو في مركز اهتمام أبحاث علم الأحياء الدقيقة، فإنّ ذلك قد يزوِّدنا بمفاهيم آلية أساسية عن الملوّثات المعوية عمومًا.

المُشكلة مستمرة

يُصاب الناس بكريبتو عبر تناول بُيوض مُتكيِّسة شبيهة بالأبواغ (Oocyst)، وعادةً يحدث ذلك عند شرب مياه ملوَّثة (انظر: «أهداف سهلة»). وتباعًا، تغزو الطُّفيليات التي تنشأ من هذه الأبواغ الخلايا البطانية التي تُبطِّن الأمعاء الدقيقة، دافعةً الخلايا إلى تكوين بِنًى داخلية لإيواء الطفيل. تُزوِّد هذه التراكيب الطفيليّات بالمواد المُغذِّية، وتضعها على السَّطح الفاصل بين القناة الهضمية ومُحتوياتها. وعادةً ◄

أهداف سهلة

يُسبِّب طُفيل خفيّة الأبواغ عدوى حادّة لدى الأطفال الصغار، والأشخاص الذين يعانون من ضعف جهاز المناعة

تبدأ العدوى بتناول طعام ملوث، أو مياه ملوّثة بالبيوض المتكيّسة Oocyst الشبيهة بالأبواغ

البيضة المُتكيّسة

يدخل الطُّفيل خلايا الأمعاء الدقيقة

عدوى

لدى كريبتو دورة حياتيّة بسيطة، يقضيها في جسم عائل واحد

خلية بطانيّة

زُغابة الأمعاء الدّقيقة

تزاوج

المشيج المُذكر

إطلاق البيضة المُتكيّسة

تمر البيوض المُتكيّسة عبر القولون، ثم تُطرح في البراز

ينتقل الطُّفيل إلى أشخاص آخرين بالعدوى

NIK SPENCER/NATURE

ما تسبِّب العدوى حدوث إسهال حاد، يدوم من أسبوع إلى أسبوعين، لكن المرض قد يمتد طويلًا لدى الأشخاص المصابين بالإيدز، أو الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية، وقد يُودي في النهاية بحياة المصاب.

لكريبتو علاج دوائي واحد فقط مُصرّح به من قِبَل إدارة الغذاء والدّواء الأمريكية (FDA)، هو: نيتازوكساناید (nitazoxanide)، المُسوَّق باسم أَلِينْيَا (Alinia). وقد بيّنت دراسات إكلينيكية[3] تم إجراؤها في مصر أنّ للأطفال الأصحاء والبالغين، الذين يعانون من الإسهال نتيجة كريبتو، فرصة مضاعفة للشفاء من الطفيل في غضون أسبوع، عندما يتم علاجهم بهذا الدواء، إلا أن الأشخاص الذين يشكل هذا المرض خطورة على حياتهم بحاجة إلى علاج أفضل. ففي دراسة[4] أُجريت في زامبيا، اختفت أعراض الإسهال لدى أقل من 25% من الأطفال الذين يعانون من سوء التّغذية بعد العلاج بنيتازوكسانيد. وفي الوقت نفسه، اتضح أنه لم يكن للعقار أي أثر على الأطفال أو البالغين الذين يعانون من تثبط جهاز المناعة، مثلًا بسبب الإصابة بفيروس معيّن، كالإيدز.

اكتسب كريبتو ـ عبر النّقل الجيني الأفقي ـ جينات متنوّعة من البكتيريا بمشاركتها بيئتها المعويّة، التي يُعرف عن بعضِها ارتباطه بأمراض بكتيريّة. كما قد يستخدم كريبتو نواتج من عملية الأيض الخاصّة بالبكتيريا؛ لمساعدته على النموّ، وتمكينه من الإمْراض. وقد يتمكن الباحثون ـ عبر استهداف بعض النواتج الخاصة بهذه الجينات ـ من التوصّل إلى علاجات تساعد في تعطيل قنوات خاصّة بالطفيل، دون إحداث أي تأثير على الخلايا البشرية[5].

إضافةً إلى ذلك.. يمتلك كريبتو جينومًا صغيرًا، ودورة حياتيّة بسيطة تتطلب جسمَ عائلٍ واحدٍ فقط، وعملية تكاثر مباشرة نسبيًّا. لذا.. لا بدّ أنّه بالإمكان تهجين سلالات الطفيل. فمثلًا، يمكننا عبر تهجين السُّلالات التي تختلف حسب العائل الذي تُصيبه ـ كالفئران السليمة، مقارنةً

قاتل الأطفال

العدوى بطُفيل خفيّة الأبواغ يُعَدّ ثاني أكبر مُسبِّب لأمراض الإسهال والوفاة لدى الرضّع

فيروس روتا

كريبتو/خفيّة الأبواغ

الإشريكية القولونيّة مولّدة السّمّ المعويّ

شيجيلّا

0 1 2 3 4 5 6 7

عدد الحالات المرصودة لكل 100 طفل / سنة

SOURCE: REF. 1

بالفئران المصابة بخلل في نظامها المناعي ـ إلقاء الضوء على الجينات والآليات المُسبِّبة للمرض.

وقد كَشَفَ تحليل التسلسل الجيني لنوعين من كريبتو يصيبان البشر[6,7] عن نقاط الضعف التي تعتري عملية الأيض البسيطة للطُّفيل. فخلايا الثدييات لها طرق عديدة لإنتاج نواتج أيضيّة معينة؛ إلّا أنّ كريبتو يعتمد على طريقة واحدة فقط، تقتصر على استخدام مركّبات مُستعارة من جسم الإنسان العائل، أو من البكتيريا. لذا.. تبدو بعض الأدوية المُصمَّمة لاستهداف مثل هذه الطرق ـ مثل معارضة الإنزيمات التي تُزوِّد الطفيل بالوحدات الأساسية اللازمة لبناء مادة الحمض النّووي والحمض النّووي الريبي ـ واعدةً نوعًا ما.

قد يكون من الاحتمالات الأخرى المتاحة تحوير أهداف الأدوية المُستخدمة في علاج أمراض أخرى[8]. فمثلًا، بإمكان الستاتين (Statin)، المُستخدَم لخفض الكوليسترول، معارضة مقدرة كريبتو في الحصول على دهون مهمّة من خلايا جسم العائل. وقد يتم توجيه الجهود إلى إيجاد علاجات عبر استغلال برامج قائمة واسعة النطاق، مخصصة لإيجاد أدوية للملاريا، حيث إنّ كريبتو مرتبط بطُفيل (*Plasmodium*) المُسبِّب للملاريا.

التّحدي الرئيس الذي يَحُول دون إيجاد أدوية للعلاج من هذا الطُّفيل يكمن في نقص الأدوات اللازمة لاختبار وإجازة أهداف مُحتمَلة، أو أصناف واعدة لمركبات دوائيّة. وفي الوقت الرّاهن، لا تُعتبر الاختبارات الدّوائيّة قويّة بالقدر الكافي، كما أنّها غير قابلة للتوسيع، عن طريق تسخير التقنيات المتقدمة المستخدمة في فحص مئات الآلاف من الأدوية المرشَّحة.

الطفيليات المُهندَسة جينيًّا لاستخلاص بروتينات مُنتِجة للضوء أو اللون، مثل بروتين الاستشعاع الأخضر (Green Fluorescent Protein) المُستخرَج من قنديل البحر، تُمكِّن الباحثين من الكشف عن روابط قوية للعدوى بطريقة سهلة التكرار وغير مكلّفة، والقيام بذلك للعديد من الأمراض المُعدية، كالملاريا، والسّل. وقد يكون بالإمكان نقل مثل هذه التّقنيات إلى دراسة كريبتو.

العدوى النّاجمة

لا شك أنّ الأفضل من إيجاد الأدوية الفعالة لعلاج كريبتو هو بالتأكيد منع حدوث المرض من الأساس. وبالرّغم من أنّ كريبتو يصيب الكثير من الأطفال والرُّضع، إلّا أنّه من النّادر اكتشافه لدى الأطفال الذين تجاوزوا عامهم الثاني، الأمر الذي قد يوحي بأنّ الأطفال يطوِّرون مناعة طبيعية مضادّة. وهذه الفكرة مُدعَّمة بدراسات أُجْرِيت على الحيوانات. ففي واحدة من هذه الدراسات، استطاعت اللقاحات التي تحتوي على الطُّفيل حماية العجول والمواشي[9]؛ وفي دراسة أخرى، أظهرت صغار الخنازير التي سبق أن أُصيبت بأحد أنواع كريبتو مقاومةً تامّة للنوع نفسه الذي أُصيبت به لاحقًا، كما ظهرت لديها أعراض طفيفة عقب الإصابة بالعدوى بأنواع أخرى للطُّفيل نفسه[10].

تشير دراسات صغيرة أُجريت على نحو عشرين متطوعًا بالغًا إلى أنّه بالرّغم من أنّ العدوى قد لا تقي من الإصابة بالمرض لاحقًا، إلّا أنّها قد تقلِّل من حدّته[11]. لذا.. فإنّ تطوير اللّقاحات التي تحتوي على الطُّفيليات، التي تبيّن أنّها غير قادرة على الإصابة بالمرض، عبر التّشعيع أو الهندسة الوراثية، تبدو أكثر الأساليب أملًا. وقد تَبيَّن أن مثل هذه اللّقاحات ساعدت في الوقاية من عدوى طُفيليّات أخرى، كالملاريا[12]، وداء اللِّيشمانيّات (*Leishmaniasis*).

يمكن لنقل التقنيات من الأبحاث العتيدة إلى الأبحاث الناشئة أنْ يسهم في الابتكار كثيرًا. فمثلًا، كشف تطبيق المعارف والتقنيّات المرتبطة بالتّعديلات الوراثية لذبابة الفاكهة كيفية قيام البعوض باشتمام وتمييز البشر، مقدِّمًا أفكارًا لإيجاد طرق لتطوير المُنفِّرات والطُّعوم. أمّا بالنّسبة إلى كريبتو، فقد يكون من المُجْدِي تطوير الأفكار والأدوات المرتبطة بطُفيل داء المقوَّسة (*Toxoplasma*)، وطُفيل المتصوّرة (*Plasmodium*)، بما في ذلك كيفية إبطال قدرتهما على الإصابة بالمرض.

إنّ استخدام الحيوانات التي تُحاكي عملية العدوى والإصابة بالمرض لدى الإنسان بشكل أفضل من تلك المستخدمة حاليًا سيتيح للباحثين دراسة تأثير البكتيريا المعويّة المتعايشة على عدوى كريبتو. على سبيل المثال.. تُعتبر العجول وصغار الخنازير عائلات طبيعية لأنواع كريبتو التي تُصيب البشر.

يُعَدّ توفير الموارد المالية ضرورة أساسية.. إذ تنفق المؤسسة القومية الأمريكية للصحة (NIH) حوالي 4.3 مليون دولار أمريكي كل عام على 12 مشروعًا من مشروعات كريبتو، مقارنةً بنحو 300 مليون دولار أمريكي تُنفقها على أكثر من 600 مشروع خاص بدراسة الملاريا.

عادةً، تُلقِي لجان المُراجعة للوكالات الحكومية نظرةً ضبابية على الدّراسات التي يتم إجراؤها على كائنات حيّة غير نموذجية، والتي يكون احتمال فشلها أعلى من تلك التي تُجرى في إطار أنظمة راسخة، أو تتطلّب استثمارًا أوّليًّا ضخمًا من الناحية التّقنية. هذا.. بينما تحاول المنظمات الإنسانية ـ كمؤسسة بيل وميليندا جيتس، المتمركزة في سياتل بواشنطن ـ التركيز على البرامج العلاجية، عوضًا عن برامج الأبحاث الأساسية، في حين لا ترى الصناعات سوقًا واعدًا لاستثماراتها في مرضٍ، جُلّ تأثيره على حياة الفقراء.

على الرّغم من ذلك.. قدمت المؤسسة القومية للصحة، ومؤسسة جيتس حتى الآن استثمارات مهمّة في مشروعات مصمَّمة للتعرف على أسباب الإسهال في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

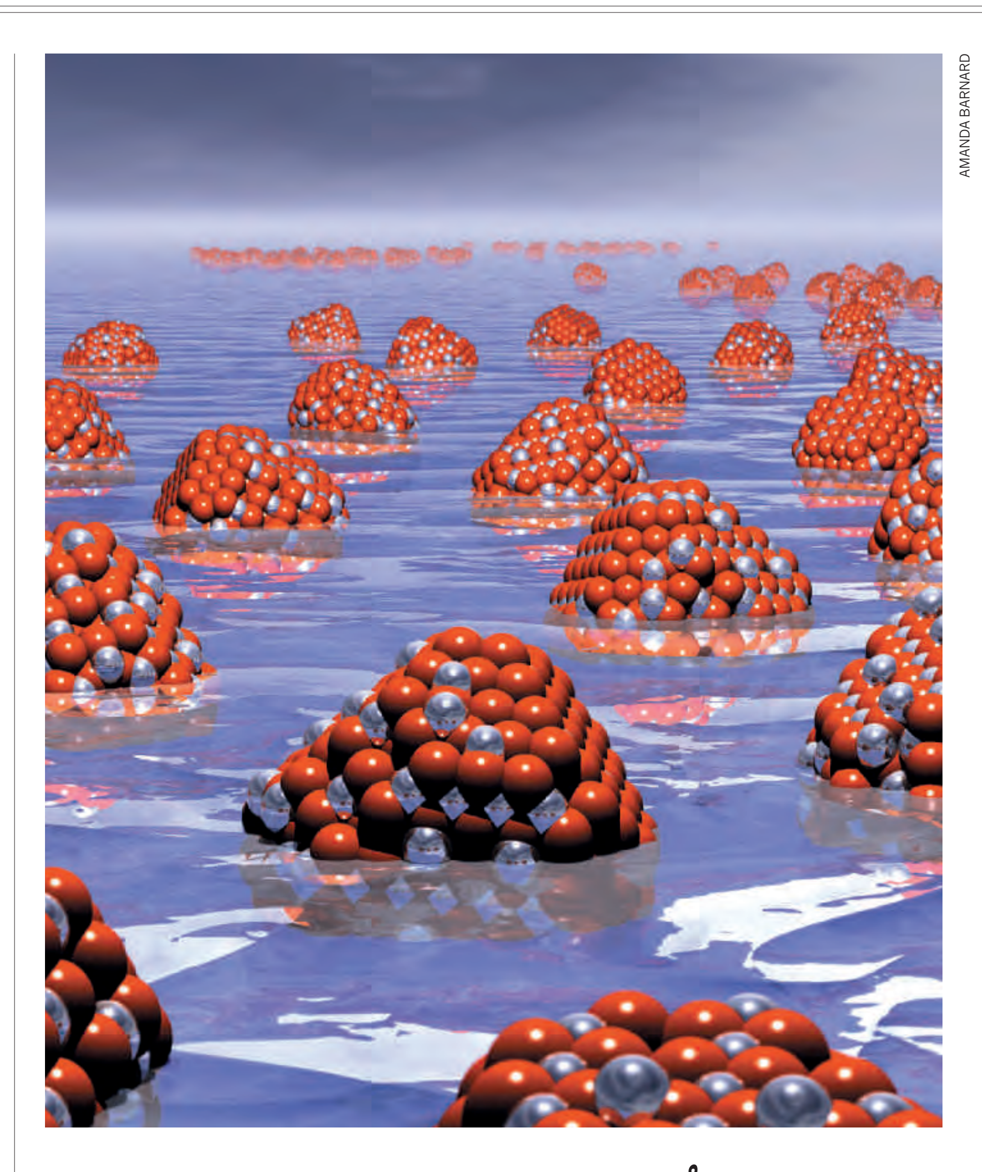
الطفولة المبكرة. وحاليًّا، تقع على عاتق هذه المنظمات مسؤولية العمل بناءً على اكتشافاتهم. زِدْ على ذلك.. أن كريبتو يقتل الحيوانات الصغيرة أيضًا، ولذا.. فإمكانيّة الوقاية منه أو مكافحته في المواشي قد تحيي اهتمامات وموارد وخبرات القطاع الصناعي.

إنّني على ثقةٍ من أنّه بالإضافة إلى إنقاذ مئات الآلاف من الأنفس صغيرة العمر، والتخفيف من معاناة الرضّع والأطفال وذويهم، ستكون هناك منافع واسعة النّطاق لوَضْع كريبتو في مقدمة أبحاث علم الأحياء الدّقيقة، ومن المحتمل أن يصبح منظومة نموذجية ممتازة لفهم التفاعلات المُعقّدة بين مُسبِّبات الأمراض، وتغذية العائل، والالتهاب، والنطاق الحيوي المعوي الدقيق. ■

بوريس ستريبن أستاذ ومحقِّق متميِّز لتحالف أبحاث جورجيا لدى مركز الأمراض العالمية الاستوائية والناشئة، جامعة جورجيا، أثينا، جورجيا 3062، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: striepen@uga.edu

1. Kotloff, K. L. *et al. Lancet* **382,** 209–222 (2013).
2. Liu, L. *et al. Lancet* **379,** 2151–2161 (2012).
3. Rossignol, J.-F. A., Ayoub, A. & Ayers, M. S. *J. Infect. Dis.* **184,** 103–106 (2001).
4. Amadi, B. *et al. Lancet* **360,** 1375–1380 (2002).
5. Umejiego, N. N. *et al. Chem. Biol.* **15,** 70–77 (2008).
6. Abrahamsen, M. S. *et al. Science* **304,** 441–445 (2004).
7. Xu, P. *et al. Nature* **431,** 1107–1112 (2004).
8. Bessoff, K., Sateriale, A., Lee, K. K. & Huston, C. D. *Antimicrob. Agents Chemother.* **57,** 1804–1814 (2013).
9. Jenkins, M., Higgins, J., Kniel, K., Trout, J. & Fayer, R. *J. Parasitol.* **90,** 1178–1180 (2004).
10. Sheoran, A., Wiffin, A., Widmer, G., Singh, P. & Tzipori, S. *J. Infect. Dis.* **205,** 1019–1023 (2012).
11. Okhuysen, P. C., Chappell, C. L., Sterling, C. R., Jakubowski, W. & DuPont, H. L. *Infect. Immun.* **66,** 441–443 (1998).
12. Seder, R. A. *et al. Science* **341,** 1359–1365 (2013).



AMANDA BARNARD

تبادُل البيانات بين علماء المواد

بعد عامين من إطلاق المبادرة الأمريكية لجينوم المواد، يوضّح خمسة خبراء أنّ علماء المواد ما زالوا في حاجة إلى العمل بشكل أكثر ابتكارًا.

سالي تينكل

التعلم من المبادرات الأخرى

محلِّلة سياسات في معهد سياسات العلوم والتكنولوجيا في واشنطن دي سي

تهدف المبادرة الأمريكية لجينوم المواد ـ التي أطلقها الرئيس باراك أوباما في يونيو 2011 ـ إلى تقليص وقت وتكلفة تطوير المواد المتقدمة؛ لاستخدامها في تطبيقات معينة، كالطاقة، والنقل، والأمن. فعلى مدار عامين، استُثمِرت ملايين الدولارات في مشروعات مختلفة، نفّذتها مؤسسات أكاديمية وشركات صناعية وهيئات فيدرالية.

يعتمد نجاح مبادرة جينوم المواد بصورة كبيرة على مشاركة وتبادل البيانات، وتطوير الأدوات الحاسوبية. وتمتاز المواد المتقدمة بخصائص فيزيائية وكيميائية معقّدة، يمكن استغلالها في تطبيقات مختلفة. ويمكن أن تتغير هذه الخصائص خلال الدمج والتصنيع والاستخدام. وتَتَبُّع هذه الخصائص وحَصْرها مهمة ضخمة، لذا.. تشتمل مبادرة جينوم المواد على جهود لتوحيد المصطلحات وصِيَغ أرشفة البيانات، ومعايير وضع التقارير.

> «بإمكان مبادرة جينوم المواد أن تصبح محورًا لتبادل المعلومات».

لحسن الحظ، يمكن تعلُّم الكثير من صور التعاون القائمة في مجال تقنية النانو. فالمبادرة الوطنية لتقنية النانو (NNI)، التي تم إطلاقها منذ عشر سنوات للمواد التي تقع في نطاق 1-100 نانومتر، تُعتَبَر شريكًا في مبادرة جينوم المواد التي تشمل كل المواد التي تتراوح من النانومتر إلى المايكرومتر.

من الممكن أن تنضم مبادرة جينوم المواد إلى مبادرة البِنْيَة التحتيّة لمعارف تقنية النانو التي أطلقتها المبادرة الوطنية لتقنية النانو في مايو 2012؛ لوضع إطار موحّد للبيانات والمعلومات الرقمية، وتعزيز صور التعاون بين العلماء وخبراء المحاكاة. وقد حدَّدت هذه المبادرة بالفعل مجموعة من مستويات توفُّر البيانات، التي تمت صياغتها وفقًا لمستويات توفُّر التكنولوجيا الموضوعة من قِبَل وكالة «ناسا»، لتكون أساسًا لتقييم جودة ونضج بيانات المواد.

يمكن أن تنضم مبادرة جينوم المواد كذلك إلى المشارَكة الحالية بين المبادرة الوطنية لتقنية النانو، والمفوضية الأوروبية لدعم حوار الأطلسي حول أساليب وفنيّات تبادل البيانات، ويشمل ذلك: النظم ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المعلوماتية، والأدبيّات القائمة على توافُق الآراء، وتمثيل البيانات وأرشفتها.

من الممكن أن يسهم تبادل البيانات ـ كنشاط قائم بحُكْم طبيعته على التعاون الاختياري ـ في تعزيز تقدم وتطور علوم المواد بسرعة أكبر. وبإمكان مبادرة جينوم المواد إثراء الجهود الحالية؛ لتصبح محورًا لتبادل المعلومات حول المواد باختلاف أحجامها.

ديفيد ل. ماكدويل

تحفيز المشاركة

المدير التنفيذي لمعهد المواد بمعهد جورجيا للتكنولوجيا في أطلنطا

يجب ألا تَرْكَن مبادرة جينوم المواد إلى إقبال العلماء الذاتي عليها بعد إنشائها. فالحوافز مطلوبة للعلماء والمهندسين؛ لتشجيعهم على التعاون، وتبادل بياناتهم ومهاراتهم، إذ لا بد أن تكون هناك مزايا تلائِم الجميع.

يجب أن تحفز بيئة تبادل البيانات على التعاون، بقدر ما تيّسره، إذ تتفاوت مصالح واهتمامات الأطراف المعنية التي تتجاوز مجرد استرجاع البيانات الحالية، فهم يرغبون في اكتشاف المواد، والتنبؤ بالمنتجات التي سيتم تطويرها. ويمكن تشجيع أطراف عدة على الإسهام بالبيانات، من خلال موقع قوي وسهل الاستخدام على الإنترنت، مدعوم ببِنْيَة تحتية معلوماتية غير مركزية، ذات نمو ذاتي.

من الممكن أن تنجح استراتيجيات مواقع الشبكات الاجتماعية في ربط الباحثين والعلماء ذوي الخبرات المتنوعة ببعضهم البعض؛ من أجل تحقيق الأهداف والمصالح المشتركة، إذ ينبغي تشجيع الأساليب والوسائل التي تفيد كل الأطراف، فرفع مجموعات البيانات التجريبية مقابل استخدام أدوات المحاكاة مثلًا سيشجِّع على المزيد من المحاكاة. وينبغي أن تكون هناك اتفاقيات واضحة، تنظم الملكية الفكرية وأخلاقيات استخدام البيانات.

يمثِّل توسيع نطاق استخدام المعلومات نقطة جذب رئيسة للمستثمرين في البِنْيَة التحتية لمبادرة جينوم المعلومات. وعلى سبيل المثال.. تنبغي أرشفة مجموعة البيانات الثمينة التي تم الحصول عليها من المختبرات الوطنية للمعجِّلات وحيود النيوترونات، واستغلال هذه البيانات إلى أقصى حد ممكن في البحث والاقتباس، وكذلك بيانات محاكاة الحواسيب العملاقة.

يفضَّل وضع قواعد للاستخدام المفتوح، على غرار مركز «نانوهَب» nanoHUB لأدوات المحاكاة النانومترية، الذي تموله المؤسسة الوطنية للعلوم، بالإضافة إلى شفرة نظام «لامبس» LAMMPS لديناميات الجزيئات، وبرنامج «دريم 3-D» لمزج البِنَى الدقيقة ثلاثية الأبعاد.

أماندا بارنارد

تقبُّل الشك

رئيسة مختبر علوم النانو الافتراضي، منظمة الكُومِنْولث للأبحاث العلمية والصناعية في باركفيل بأستراليا

تتيح مبادرة جينوم المواد أنماطًا وصورًا للتعاون، تثير بعض التحديات التقنية والشخصية، منها ضرورة تقبُّل علماء المواد لمشاعر الشك، إذ يجب أن يتخلُّوا عن رغبتهم في التحكم والسيطرة، ويثقوا في زملائهم، ويقاوموا الرغبة في إعادة كل شيء «فقط بدافع التيقن والتأكد».

إنّ حَشْد الموارد أمر مطلوب لاستنباط معرفة جديدة من البيانات الحالية. فبعض الاكتشافات والإنجازات لا يمكن الوصول إليها بأي طريق آخر. فقد تكشِف وسيلةٌ ما الأحجامَ الدقيقة، أو تتوصل إلى دقة لا يمكن الوصول إليها باستخدام وسائل أخرى. فالمجهر الإلكتروني مثلًا يمكنه دراسة خصائص أسطح المواد على المستوى الذري، ولكنْ لا يمكن معرفة نسبة انعكاس الضوء من الأسطح، إلّا باستخدام المجهر البصري.

من الصعب مَزْج نتائج المصادر المختلفة. فقد تنشأ الأخطاء من الفوارق في الأساليب التجريبية أو الحوسبيّة. ويعلَم كثيرون من خبراء التجارب مدى الإحباط الذي يسبِّبه تكرار النتائج التي تتغيّر حسب ظروف المختبر. وحتى طرق الحوسبة القائمة على النظرية يمكنها أن تصل إلى نتائج مختلفة.

مَزْج البيانات من مصادر مختلفة يؤدي كذلك إلى شكوك أكبر من مجرد جمع بسيط لأخطاء القياس، أو الأخطاء الإحصائية الناتجة عن مجموعة بيانات خالصة. وللاستفادة من مشاركة البيانات؛ يجب تعلُّم قبول هذا الشك، والتعايش معه.

النوع الآخر من الشك الذي يجب أن يتقبله العلماء في مبادرة جينوم المواد هو المتعلِّق بالعنصر البشري، أي آراء الأشخاص الذين أنشأوا البيانات الأصلية وكفاءتهم. لقد تم تدريب العلماء على التشكك، بقدر ما تدرَّبوا على الموضوعية. ولِنَقْل أبحاث المواد خطوة سريعة إلى الأمام، نحتاج إلى افتراض أن كل مشارِك متمكِّنٌ بشكل كبير، ولْنَدَعْ جودة البيانات تتحدث عن نفسها.

إنّ قيمة مبادرة جينوم المواد لن تظهر، إلا إذا أخذنا منها بالسهولة والثقة اللتين نعطيها بهما.

فرانسوا جيجي

تكرار تجارب المحاكاة

أستاذ علوم الحاسب بجامعة كاليفورنيا في ديفيز

أول ثمار يمكن أن نجنيها من مبادرة جينوم المواد قد تأتي من المشاركة في تجارب محاكاة بِنَى المواد. فالمحاكاة الرقمية ليست مضمونة أو قابلة للتكرار مثلما توحي لنا أُسسها النظرية والحوسبية، فهي غالبًا ما تعطي نتائج متغايرة، بسبب تعقيد التقديرات التقريبية، وعدد المعايير المستخدمة.

لذا.. فالتغلب على هذه الصعوبات أمر أساسي لتصميم مواد جديدة. على سبيل المثال.. المزيد من التوقعات القوية الناتجة عن محاكاة تشكُّل العيوب في شبكة المادة، سيحسّن قدرتنا على تعزيز صلابة المادة، أو خصائصها الإلكترونية.

لن تكون البيانات ذات مصداقية، إلا إذا أمكن التحقق منها وتكرارها من قِبَل مجموعات بحثية مختلفة ومستقلة، وحبذا لو كان ذلك باستخدام أدوات مغايِرَة. إنّ مشاركة البيانات المجانية ستجعل هذا الحلم ممكنًا.

عند نشر بيانات المحاكاة، يجب أن يضع الباحثون نقطتين نصب أعينهم. أولًا، ينبغي أن تكون برامج المحاكاة متاحة للجميع، وليست نتائجها فقط. فمطوِّرو البرمجيات ينبغي ألّا يعوِّقوا نشر النتائج الأولية، أو بيانات الأداء ـ كما يفعل بعضهم حاليًا ـ خوفًا من أن تُظهِر المقارنات منتجاتهم بصورة سلبية. وعلى المجتمع العلمي أن يحارب هذا الاتجاه. وثانيًا، صيغ البيانات الموحدة وقواعد البيانات المركزية ليست ضرورية دائمًا، فمن الممكن أن يطبِّق علماء المواد الأُطُر الحالية لمشاركة البيانات. فعدد كبير من البرامج المتاحة مثلًا يدعم بالفعل معايير تحالف شبكة الويب العالمية لنشر وتبادل المعلومات على الإنترنت، مثل لغة XML. بقَدْر متواضع من الاستثمار، يستطيع الباحثون نشر بياناتهم على خوادمهم الشخصية، بحيث يمكن للآخرين الوصول إليها بسهولة. وإذا شجَّعنا تطوير أدوات الويب الخاصة بمجال معين؛ سننجح في إزالة العقبات أمام التحقق والاعتماد المتبادل لصحة البيانات.

> «صيغ البيانات الموحدة وقواعد البيانات المركزية ليست ضرورية دائمًا».

بيتر ب. لِيتِلْوُود

استكشاف التنوع غير المحدود

مدير معاوِن لمختبر العلوم الفيزيائية والهندسة بمختبر أرجون الوطني في إلينوي

أسهمت أدوات تقنية النانو ـ من المعجِّلات، حتى المجهر الإلكتروني ـ في ثورة المعلومات. والآن، وعَبْر مبادرة جينوم المواد، نحن بحاجة إلى ابتكار تصنيع الجزيئات، من خلال توسيع رؤيتنا؛ لكي تشمل التنوع غير النهائي في المواد. بيد أن هناك عقبات جوهرية.. فرغم الاسم الطَّموح للمبادرة، فالذرّات ليست كالجينات، لأن الجينوم الحيوي عبارة عن شفرة ملحقة بآلية للتنفيذ مباشرةً. أما في علوم المواد، فإن ميكانيكا الكمّ قد تُحبِط محاولات تفعيل الرموز إلى وظائفها.

يعكس هذا المأزق النظري تنوُّع المواد، فالاختلافات الطفيفة في التكوين قد تؤدي إلى وظائف جديدة تمامًا. فصناعة أشباه الموصِّلات تعتمد على مزج السليكون بنسب ضئيلة من الذرات الأخرى.

إنّ الكيمياء يمكن أن تكون شديدة المنهجية. ومنذ صياغة دِمتري منديلف للجدول الدوري للعناصر؛ كشفنا عن أنماط من وظائف وبِنَى المواد، التي يتم فرزها حاليًا بمساعدة الحواسيب القوية والتجارب عالية الإنتاج. إننا لا نبني جينومًا واحدًا، وإنما نبني عددًا كبيرًا من الأدوات، حسب أنواع المواد وخصائصها ووظائفها. وسوف تعمل مبادرة جينوم المواد على توسيع ذلك النطاق.

النهج المتشدِّد في صناعة الإلكترونيات الحديثة لا يمكن توسيعه لصناعة مواد ذات هياكل خفيفة الوزن، أو بطاريات، أو خلايا شمسية. ولذلك، يجب قياس الإنتاج بالميجا طن، والكيلومتر المربع. وعلى مبادرة جينوم المواد أن تساعدنا في الدَّمْج، وليس التصميم فقط. إنّ هدفنا هو هندسة المادة القابلة للبرمجة، التي تبني نفسها بنفسها. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DAWID RYSKI

عشرون ملاحظة لتفسير الادعاءات العلمية

ستساعد القائمةُ التالية غيرَ العلماء على طرح الاستفسارات على مستشاريهم، وعلى فهم محدودية الأدلّة، وفقًا لقول كلٍّ من **وِليام ج. سذَرلاند**، و**ديفيد شبيجلهالتر**، و**مارك أ. برجمان**.

كانت المطالبات بإدماج أوثق للعلم في صنع القرار السياسي شائعةً لعقود. فهناك مشكلات خطيرة في تحويل العلم إلى سياسات، بدءًا من الطاقة، مرورًا بالصحة والبيئة، وصولًا إلى التعليم.

أحد الاقتراحات لتحسين الأمور.. هو تشجيع المزيد من العلماء على المشاركة في الحياة السياسية. ورغم أنه اقتراح جدير بالثناء، إلا أنه من غير الواقعي أن نتوقع زيادة كبيرة في مشاركة العلماء في السياسة. هناك اقتراح آخر.. يقضي بتوسيع دور كبار المستشارين العلميين[1]، وزيادة عددهم وأوقات وجودهم للإدلاء باستشاراتهم، وزيادة مشاركتهم في العمليات السياسية. وكلٌّ من هذين الاقتراحين لا يتعامل مع المشكلة الأساسية، وذلك للجهل العلمي بين عديد مِمَّن يصوِّتون في المجالس النيابية.

هل نعلِّم السياسيين العلومَ إذن؟ إنها فكرة جذابة، ولكنْ أيٌّ من هؤلاء السياسيين المشغولين دائمًا يملك الوقت الكافي؟ من الناحية العملية، لا يقرأ صنّاع السياسات بحوثًا أو كتبًا علمية أبدًا تقريبًا. ويفسِّر لهم مستشاروهم، أو الدعاة الخارجيون، البحوثَ ذات الصلة بموضوعهم اليومي، مثل: المتقدِّرات (mitochondria)، أو السلّ البقري، أو التخلّص من النفايات النووية. ونادرًا ما تكون هناك ـ إنْ حدث ذلك أساسًا ـ تجربة مراقبة مكرَّرة عشوائية، مزدوجة التَّعْمِيَة (أي: مَشُوبَة بالغموض من جهة المشاركين فيها، وجامعي البيانات)، مصمَّمة بشكل جميل، ولها حجم عيِّنة كبير، واستنتاج لا لَبْس فيه؛ لمعالجة موضوعٍ محددٍ للقرار السياسي.

في هذا السياق، نقترح أن تكون الأولوية المُلِحَّة هي تحسين فهم صنّاع السياسات لطبيعة العلم غير الكاملة. وتتمثل المهارات الأساسية في القدرة على استجواب الخبراء والمستشارين بذكاء، وفهم نوعية ومحدودية ومحاباة الأدلة. ونطلِق على هذه المهارات مصطلح «المهارات العلمية التفسيريّة». هذه المهارات أسهل منالًا من تلك المطلوبة لفهم العلوم الأساسية نفسها، ويمكنها أن تشكّل جزءًا من مجموعة المهارات الكبيرة التي يمتلكها معظم السياسيين.

ولتحقيق هذه النتيجة.. نقترح عشرين مفهومًا ينبغي أن تكون جزءًا من التعليم الذي يتلقّاه موظفو الخدمة المدنية، والسياسيون ومستشاروهم، والصحفيون، وأيّ شخص غيرهم مِمّن قد يتفاعل مع العلم أو العلماء. وربما يفضِّل السياسيون المشكِّكون ـ بطريقة صحيّة ـ في الدعاة العِلْميين أنْ يتسلّحوا بهذه الحزمة الأساسية من المعرفة.

لسنا من السذاجة بمكانٍ، لنصدِّق أن القرارات السياسة المحسَّنة ستُتَّبَع تلقائيًّا. إننا ندرك تمامًا أن المحاكمة العلميّة ـ في حدّ ذاتها ـ مثقَلَة بالقيمة والتقدير، وأن الانحياز والمحتوى مكمِّلان لطريقة جمع البيانات وتفسيرها. وما نقدِّمه هنا هو قائمة بسيطة من الأفكار التي يمكنها مساعدة صناع القرار على تحليل الطريقة التي تسهم بها الأدلة في صنع القرار، وربما تجنُّب التأثير غير الضروري لذوي المصالح الخاصة. يبقى الجزء الأصعب ـ وهو القبول الاجتماعي للسياسات المختلفة - في أيدي السياسيين، والعملية السياسية الواسعة.

بالطبع، ستكون لدى البعض الآخر قوائم مختلفة قليلًا، ولكنْ ما نودّ الإشارة إليه هو أن الفهم الأوسع لهذه المفاهيم العشرين من قِبَل المجتمع سيكون خطوة مميزة إلى الأمام.

التباين والعشوائية يسبِّبان التنوع. يتباين العالَمُ الحقيقي بشكل لا يمكن توقُّعه. ويسعى العِلم في ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية







BADGER: ANDY ROUSE/NATURE PICTURE LIBRARY; NUCLEAR PLANT: MICHAEL KOHAUPT/FLICKR/GETTY; BEE: MICHAEL DURHAM/MINDEN/FLPA

اصطدم العلم والسياسة بقضايا خلافية، كتراجُع أعداد النحل، ومشكلات الطاقة النووية، ودور الغرير في السلّ البقري.

◀ معظم جوانبه إلى اكتشاف أسباب وجود الأنماط التي نراها. فما الذي جعل هذا العَقد أكثر دفئًا من سابقه؟ ولماذا توجد طيورٌ أكثر في بعض المناطق، دون غيرها؟ هناك عديد من التفسيرات لهذه الاتجاهات، وبالتالي فإن التحدّي الرئيس للبحوث هو فصل وإبراز أهمية العملية موضع الاهتمام (على سبيل المثال.. تأثير تغيُّر المناخ على تعداد الطيور) من بين عددٍ كبير من مصادر التباين الأخرى (من التغيّرات واسعة النطاق، ككثافة المزروعات، وانتشار الكائنات الغازيّة، إلى العمليات المحليّة، مثل الأحداث العشوائية التي تحدِّد المواليد والوفيات).

لا توجد قياسات دقيقة. من الناحية العملية، تنطوي جميع القياسات على بعض الخطأ. وإذا تكرّرت عملية القياس، يمكن للمرء أن يسجِّل نتيجةً مختلفة. وفي بعض الحالات، قد يكون خطأ القياس كبيرًا، مقارنةً بالفروق الحقيقية. لذا.. إذا أخبرك أحدهم أنّ الاقتصاد قد نما بنسبة 0.13% في الشهر الماضي، فهناك احتمال أنْ يكون قد تقلّص في الواقع. ويجب تقديم النتائج بدقّة متناسبة مع الخطأ المُرَافِق لها، لتجنُّب الإيحاء بدرجة من الدقّة لا سند لها.

الانحياز أمرٌ شائع. قد يعطي التصميم التجريبي أو أجهزة القياس نتائج غير نمطيّة في اتجاه معيّن. فمثلًا، تحديد السلوك الانتخابي بسؤال الناس في الشارع، أو البيت، أو عن طريق الإنترنت سوف يأخذ عيِّنات من نِسَب مختلفة من السكان، وقد يعطي الجميع نتائج مختلفة. ونظرًا إلى ارتفاع فرص كتابة ونشر الدراسات التي تشير إلى «نتائج ذات دلالة إحصائية»، فإن المؤلَّفات العلمية تميل إلى إعطاء صورةٍ مبالَغ فيها عن حجم المشكلات أو فعّالية الحلول. ربما يكون الانحياز إلى التجربة نتيجةَ التوقّعات.. فقد يفترض المشاركون الذين يتلقّون علاجًا ما أنهم سيشعرون بفرق؛ وبالتالي قد يتصرفون بشكل مختلف، أو يُبلِّغون عن حدوث تأثير. وقد يتأثّر الباحثون الذين يجمعون النتائج عندما يعرفون مَنْ تلقّى العلاج. والتجربة المثالية يجب أن تكون مزدوجة التعمية: أي لا يعرف المشاركون فيها ولا جامعو البيانات مَنْ الذي تلقّى، وماذا تلقّى. قد يكون هذا الأمر واضحًا في التجارب التي تُجرى على الأدوية، لكنه مستحيلٌ بالنسبة إلى كثيرٍ من الدراسات الاجتماعية. ويأتي تأكيد الانحياز عندما يجد العلماء دليلًا على نظرية مفضّلة، ومن ثم يصبح انتقادهم للنتائج التي توصلوا إليها غير كافٍ، أو نجد أنهم توقفوا عن البحث عن الأدلة المعاكسة.

العيِّنة الأكبر حجمًا أفضل عادةً. عادةً ما يكون المتوسط المأخوذ من عدد كبير من الملاحظات أكثر فائدة من المتوسط المأخوذ من عدد أصغر. فمعرفتنا تحسن كلما زاد تجميع الأدلة. ويكتسب هذا الأمر أهميةً خاصةً عندما تتأثر الدراسات بأعداد كبيرة من التنوعات الطبيعية وأخطاء القياس. لذا.. من الطبيعي أن تختلف فعالية الدواء العلاجية بين مجموعة من المشاركين، بل يكون تقدير متوسط فعاليته العلاجية أكثر دِقَّة ووثوقًا فيه إثر تجربة تضم عشرات الآلاف، بدلًا من مئات المشاركين.

الارتباط لا يقتضي السببيّة. من المفيد أنْ نفترض أنّ أحد الأنماط هو السبب في نمط آخر. ومع ذلك.. فقد يكون الارتباط مجرّد صدفة، أو قد يكون نتيجةً لحدوث كلا النمطين بسبب عاملٍ ثالث، كمتغيّر «مُرْبِك»، أو «كامِن». على سبيل المثال.. اعتقد علماء البيئة في وقتٍ ما أن الطحالب السامّة تقتل السمك في مصبات الأنهار، ولكنْ اتّضح فيما بعد أن الطحالب نَمَتْ حيث مات السمك، فعرفنا أن الطحالب إذن لم تسبِّب موت السمك[2].

تَرَاجُع المتوسط قد يكون مضلِّلًا. من المرجّح أن تكون الأنماط المتطرفة في البيانات ـ بشكل جزئي على الأقل ـ انحرافاتٍ يمكن عزْوُها إلى الصدفة أو الخطأ. ومن المرجّح أن يكون الإحصاء المقبل أقل تطرُّفًا. فعلى سبيل المثال.. إذا وُضعت كاميرات السرعة في الأماكن التي تشهد عددًا كبيرًا من الحوادث، فلا يمكن أن يُعزى أي انخفاض في معدّل الحوادث إلى وجود الكاميرا؛ إذ ربما يكون الانخفاض قد حدث نتيجة سبب آخر.

محاولة استقراء ما وراء البيانات أمرٌ محفوف بالمخاطر. لا تنطبق الأنماط الموجودة ضمن نطاق معيّن بالضرورة على ما عداها خارج هذا النطاق. وبالتالي، فإنه من الصعب جدًّا توقُّع استجابة النظم البيئية لتغيُّر المناخ، عندما يكون معدّل التغيّر أسرع مما كان قد اخْتُبِر في التاريخ التطوري للأنواع الموجودة، وعندما تكون التقلّبات الشديدة في الطقس جديدة كليًّا.

احذر من سوء فهم المعدّل الأساسي. إن قدرة اختبار غير كامل على تحديد حالةٍ ما تعتمد على إمكانية حدوث تلك الحالة (المعدل الأساسي). على سبيل المثال.. قد يُجْرِي شخصٌ اختبار دم، تبلغ دقة تحديده لمرض نادر 99%، وتكون نتيجته إيجابية، ومع ذلك.. فقد يكون من غير المرجَّح أن يكون مُصابًا بهذا المرض. وإذا خضع لهذا الاختبار 10,001 شخص، بينهم شخص واحد فقط مصاب بالمرض، فغالبًا ما ستكون نتيجة هذا الاختبار لدى هذا الشخص إيجابية، ولكنْ قد تكون نتيجة اختبار 100 شخص آخرين (1%) إيجابية أيضًا، على الرغم من عدم إصابتهم بالمرض. وهذا النوع من الحسابات يكون قيِّمًا عند وضع أي إجراءات مسحيّة في الاعتبار، كعدد الإرهابيين في المطارات مثلًا.

الضوابط مهمّة. يتم التعامل مع مجموعة المراقبة بالطريقة نفسها التي تُعامَل بها المجموعة التجريبية تمامًا، باستثناء تطبيق العلاج. وفي غياب مجموعة المراقبة (كضابط للأمور)؛ يصعب تحديد ما إذا كان علاج معيَّن مؤثرًا بالفعل، أم لا. ويساعد الضبطُ الباحثين على التأكّد بشكل معقول من عدم

وجود متغيّرات مُرْبِكة تؤثر على النتائج. وفي بعض الأحيان يذكر المشاركون في التجارب حدوث نتائج إيجابية، بسبب موضوع البحث، أو الشخص الذي يقدّم العلاج، أو حتى بسبب لون قرص الدواء[3]. ويُبْرِز هذا أهمية مقارنة النتائج مع مجموعة مراقبة، مثل الأقراص الخالية من أي مادة فعّالة (العلاج الوهمي) .

الاختيار العشوائي يتجنب التحيُّز. أثناء إجراء التجارب، يجب اختيار الأفراد أو الجماعات التي سيُجرى عليها الاختيار عشوائيًّا، كلما كان ذلك ممكنًا. إن مقارنة التحصيل العلمي للأطفال الذين يطبِّق أهلهم برنامجًا صحيًّا بالتحصيل العلمي للأطفال الذين لا يطبقه أهلهم، ستعاني على الأرجح من التحيّز (فقد تكون إمكانية انضمام الأسر الأفضل تعليمًا إلى البرنامج أعلى، على سبيل المثال). والتجربة المصمَّمة تصميمًا جيدًا يجب أن تتجّه إلى الاختيار العشوائي لبعض الآباء؛ لتَلَقِّي البرنامج، في حين لا يتلقاه البعض الآخر.

اسْعَ إلى التكرار المفيد، لا إلى التكرار المتماثِل الزائف. من الأرجح أن تكون النتائج المتسّقة عبر عديد من الدراسات المكررة على مجموعات مستقلة، أكثر صلابة. ومن الممكن الجمع بين نتائج عدة تجارب من هذا القبيل في مراجعة منهجيّة، أو تحليل تجميعي؛ لتقديم نظرة شاملة للموضوع، مع قوّة إحصائية يُحتمَل أن تفوق كثيرًا الدراسات الفردية. إن تطبيق إجراءٍ ما على عدة أشخاص في مجموعة، على فئة من الأطفال مثلًا، قد يكون مضلِّلًا، لأن الأطفال سيكون بينهم كثير من الخصائص المشتركة، بخلاف الإجراء المُطبَّق. وقد يقع الباحثون في خطأ «التكرار الزائف»، إذا لجأوا إلى التعميم من هؤلاء الأطفال إلى الجماعات الأوسع التي لا تشترك فيما بينها بالقواسم المشتركة نفسها. ويؤدي التكرار الزائف إلى إيمان غير مبرَّر بالنتائج. فلقد أسهمَ التكرار الزائف لدراسات وفرة سمك القدّ في الضفاف الكبرى في نيوفاوندلاند بكندا في انهيار ما كان يُعتبَر أكبر مصيد لسمك القد في العالم[4].

العلماء بَشَر. للعلماء مصلحة ـ بلا شك ـ في الترويج لأعمالهم، وكثيرًا ما يكون هذا للحصول على مزيدٍ من التمويل لوضعهم وبحوثهم، مع أنه قد يكون في بعض الأحيان من أجل تحقيق مكاسب مالية مباشرة. ومن الممكن أن يؤدي هذا إلى الإبلاغ الانتقائي عن النتائج، والمبالغة فيها أحيانًا. والعرض بين الأقران ليس معصومًا من الخطأ.. فقد يفضِّل محرِّرو الدوريّات النتائجَ الإيجابية، والأخبار الجديدة بالنشر. لذا.. فإن تعدُّد مصادر الأدلة واستقلالها وتكرارها يُعَدّ أكثر إقناعًا.

التميُّز مهم. الدلالة (المعنوية) الإحصائية، التي يشار إليها بـP، هي مقياس لإمكانية حدوث نتيجةٍ ما عن طريق الصدفة. وهكذا، عندما تكون P مساوية لـ0.01، فإنها تعني وجود إمكانية تعادل 1 من 100، لكَوْن التأثير العلاجي قد حدث بشكل عشوائي، في حين لم يكن للعلاج تأثير على الإطلاق في الواقع. وعادةً ما يبلِّغ العلماء عن النتائج المهمة عندما تقلّ قيمة P للاختبار عن 0.05 (1 من 20).

الفصل بين انعدام التأثير، وغياب الأهمية الإحصائية. إن عدم وجود نتيجة ذات أهمية إحصائية (كأنْ تكون قيمة $P > 0.05$) لا يعني غياب تأثير كامن.. إنه يعني عدم التمكّن من الكشف عن أي تأثير. وقد لا يكون بإمكان دراسة صغيرة أن تكشِف عن وجود تغيُّر حقيقي. فمثلًا، أشارت الاختبارات التي أجريت على محاصيل القطن والبطاطس المعدَّلة وراثيًّا؛ لإنتاج سمّ يحميها من الحشرات الضارة إلى عدم وجود أيّ آثار عكسية على الحشرات النافعة، مثل الملقّحات. ولكن لم تكن عيِّنات أيٍّ من هذه التجارب كبيرة بما يكفي للكشف عن الآثار الحادثة على الكائنات المفيدة، إنْ وُجدت[5].

حجم التأثير مهمّ. إنّ إمكانية الكشف عن الاستجابات الصغيرة تكون أقلّ احتمالًا. فقد تؤدي دراسة تضم العديد من المكرّرات إلى نتيجة ذات دلالة إحصائية، ولكنْ حجم تأثيرها صغير (وربما تكون بالتالي غير مهمة). إن أهمية حجم التأثير هي مسألة حيوية، أو فيزيائية، أو اجتماعية، وليست إحصائية. في تسعينات القرن العشرين، طلب محرِّر دوريّة «علم الأوبئة» الأمريكية Epidemiology من الكُتّاب التوقف عن استخدام الدلالة الإحصائية في المقالات التي يقدّمونها، نظرًا لدأبهم على إساءة تفسير معنى الاختبارات المهمة بشكل متكرر؛ ما أدَّى إلى إصدار توصيات غير فعّالة أو مضلِّلة في مجال السياسة الصحية العامة[6].

> **«السؤال الذي ينبغي طرحه: ما هو الشيء الذي لم يتم إخبارنا به؟»**

ملاءمة الدراسة تحدّ من التعميمات. يعتمِد اعتبارُ الدراسة ملائمةً على مدى مشابهة الظروف التي تجري بموجبها لظروف المسألة موضع الاعتبار. فمثلًا، هناك حدود للتعميمات التي يمكن للمرء أن يطلقها على البشر، استنادًا إلى التجارب المُجْرَاة على الحيوانات، أو التجارب المخبريّة.

المشاعر تؤثر على إدراك المخاطر. من منظور واسع، يُمْكِن التفكير في المخاطر على أنها احتمال وقوع حدثٍ ما ضمن إطار زمني، والنظر في العواقب التي يمكن أنْ تترتب عليه، لو وقع هذا الحدث. ويتأثر إدراك الناس للمخاطر بشكل متباين بعوامل عدة: منها ندرة هذا الحدث، ومدى قدرتهم على التحكّم، التي يعتقدون أنهم يملكونها، ومدى سوء النتائج، وما إذا كانت المخاطرة طوعية، أم لا. وعلى سبيل المثال.. يقلّل الناس في الولايات المتحدة من المخاطر المترتّبة على وجود مسدس في المنزل بمائة ضعف ما يجب أنْ تكون عليه، ويبالغون في تقدير مخاطر الحياة بالقرب من مفاعل نووي بـعشرة أضعاف ما يجب أنْ تكون عليه[7].

التبعيّات تغيِّر المخاطر. من الممكن حساب عواقب الأحداث منفردةً، مثل المدّ الشديد، والأمطار الغزيرة، وتغيُّب العمال الأساسيين. وإذا كانت الأحداث مترابطة فيما بينها، (كوجود عاصفة تسبِّب ارتفاع المدّ، أو أمطار غزيرة تمنع العمّال من الوصول إلى موقع العمل مثلًا)؛ فحينئذ يكون احتمال حدوثها المشترك أعلى كثيرًا من المتوقَّع[8]. ويُذكَر أنّ التأكيد الذي قدمته وكالات تقدير الجدارة الائتمانية على أنّ مخاطر تخلُّف مجموعات الرهون العقارية معًا منخفضة جدًّا قد شَكَّل عنصرًا أساسيًّا في انهيار أسواق الائتمان في عام 2008.

يمكن التنقيب بعُمْق عن البيانات، أو تنقيتها كالثمار. من الممكن إعداد الأدلة؛ لدعم إحدى وجهات النظر. فمن أجل تفسير وجود ارتباطٍ واضح بين استهلاك الزبادي أثناء الحمل، وإصابة الذُّرِّيّة بالرَّبو فيما بعد[9]، فإن المرء بحاجة إلى معرفة ما إذا كان المؤلّفون قد بادروا لاختبار هذه الفرضية في حد ذاتها، أم أنهم توّصلوا إلى هذه النتيجة عبر مجموعة ضخمة من البيانات. على النقيض، فإن الأدلّة المتوفّرة لبوزون هيجز أثبتت بشكل خاص مدى الصعوبة التي وجدها الباحثون في البحث عنها ـ «تأثير البحث في أماكن أخرى». والسؤال الذي ينبغي طرحه هو: «ما هو الشيء الذي لم يتم إخبارنا به؟»

القياسات المتطرفة قد تكون مضلِّلة. إنّ أي ترتيب من القياسات (فعالية مدرسة معينة مثلًا) سيُظْهِر اختلافًا، بسبب عدة عوامل: الفروق في القدرة الفطرية (كأهلية المدرِّس)، والعيّنات المأخوذة (إذ قد يصادف أن تكون عيّنة الأطفال غير نمطية، وذات مضاعفات)، والتحيّز (حيث إنه من الممكن أنْ تُوجَد المدرسة في منطقةٍ يكون الناس فيها غير أصحاء على نحو غير عادي)، والخطأ في القياس (يمكن قياس النتائج بطرق مختلفة لمدارس مختلفة). ومع ذلك.. عادةً ما يُعزى الاختلاف الناتج إلى الاختلاف في القدرة الفطرية فقط، مع تجاهل مصادر الاختلاف الأخرى. ويصبح هذا الأمر مشكلةً بوجود العبارات التي تصف هذه النتيجة المتطرفة (مثل «تضاعف نسبة النجاح»)، أو تقارِن حجم التطرف مع المتوسط («نسبة النجاح في مدرسة (س) تعادل ثلاثة أضعاف معدّل النجاح الوطني»)، أو المجموعة («هناك فرق يعادل عدد أضعاف (س) بين أداء أعلى المدارس وأدناها’). ونادرًا ما تمثِّل جداول نطاقٍ ما ـ على وجه الخصوص ـ موجزًا موثوقًا به للأداء. ■

وِليَم ج. سذَرلاند أستاذ بيولوجيا الحماية في قسم علم الحيوان، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة. **ديفيد شبيجلهالتر** يعمل في مركز العلوم الرياضية، جامعة كمبريدج. **مارك برجمان** يعمل في مركز الامتياز لتحليل مخاطر الأمن الحيوي، كلية علم النبات، جامعة ملبورن، باركفيل، أستراليا.
البريد الإلكتروني: wjs32@cam.ac.uk

1. Doubleday, R. & Wilsdon, J. *Nature* **485,** 301–302 (2012).
2. Borsuk, M. E., Stow, C. A. & Reckhow, K. H. *J. Water Res. Plan. Manage.* **129,** 271–282 (2003).
3. Huskisson, E. C. *Br. Med. J.* **4,** 196–200 (1974)
4. Millar, R. B. & Anderson, M. J. *Fish. Res.* **70,** 397–407 (2004).
5. Marvier, M. *Ecol. Appl.* **12,** 1119–1124 (2002).
6. Fidler, F., Cumming, G., Burgman, M., Thomason, N. *J. Socio-Economics* **33,** 615–630 (2004).
7. Fischhoff, B., Slovic, P. & Lichtenstein, S. *Am. Stat.* **36,** 240–255 (1982).
8. Billinton, R. & Allan, R. N. *Reliability Evaluation of Power Systems* (Plenum, 1984).
9. Maslova, E., Halldorsson, T. I., Strøm, M., Olsen, S. F. *J. Nutr. Sci.* **1,** e5 (2012).

س و ج بيتر وستويك
عالِم ركوب الأمواج

فكَّر المؤرخ بيتر وِستويك، وزميله بيتر نيوشول في كتابة التاريخ العلمي لركوب الأمواج، «العالَم في مَوْجَة» (دار كراون للنشر، 2013)، وهما يمتطيان الألواح في شاطئ كاليفورنيا. ومع وصول الموسم الشتوي لركوب الأمواج إلى ذروته، يتحدث وِستويك عن الحرب، وملابس الغوص، والتغير المناخي، والتنبؤ بالأمواج.

ما الذي يكشفه ركوب الأمواج عن علاقتنا بالطبيعة؟
عادةً ما يُنظَر إلى ركوب الأمواج على أنه مهرب رومانسي إلى المحيط الجامح المخيف، وسط حيوانات الفقمة وسمك الدولفين، حيث تجد نفسك بعيدًا عن قمة السلسلة الغذائية. وفي كتابنا، «العالَم في مَوْجَة»، نحاول أنا وزميلي المؤرخ بيتر نيوشول أن نوضِّح أن ركوب الأمواج له علاقة وثيقة بالصناعة، وبالتكنولوجيا، وبالتجارة. ففي الصباح، أتحقّق من الظروف الجوية على حاسبي المحمول، ثم أبدأ في ركوب الأمواج على لوح بالغ الخفة، مرتديًا ملابس الغوص الخاصة بي، المصنوعة من مادة النيوبرين. تربطنا التكنولوجيا بالطبيعة في الوقت ذاته الذي تغيِّر فيه من علاقتنا معها.

كيف أثَّر العِلْم على تطور هذه الرياضة؟
ارتبط انتشار ركوب الأمواج على نطاق واسع في القرن الماضي بتطور تصميم الألواح المستخدَمة لهذا الغرض، إذ استخدم راكبو الأمواج الأوائل في هاواي ألواحًا ضخمة من الخشب الأحمر. ولكي تجرّ قطعة خشبية تزن 50 كيلوجرامًا عبر الشاطئ، ثم تصارع بها جدرانًا من المياه البيضاء، كان يتوجب عليك أن تكون رياضيًا متميزًا، إلا أنه في الوقت الحالي يمكنك أن تحصل على لوح يزن 2.5 كيلوجرام، مصنوع من رغوة البولي يوريثين، ومن الألياف الزجاجية والراتنج. وقد كانت هناك تجارب مبكرة باستخدام خشب البالسا، الذي يكون عادةً خفيفًا إلى أنْ يمتص الماء؛ ثم يغرق. وفي عام 1928، ابتكر توم بليك لوحًا لركوب الأمواج، مصنوعًا من الخشب المجوف، استلهمه على الأرجح من جناح طائرة «فيجا» التي صنعتها شركة «لوكهيد»، إلا أن الثورة الحقيقية جاءت من استخدام المواد الصناعية التي تم اكتشافها أيام الحرب.

مَن الذي صمَّم لوح ركوب الأمواج الحديث؟



أثناء دراسته للهندسة الميكانيكية في معهد كاليفورنيا للتقنية «كالتك» في بدايات أربعينات القرن العشرين، صادف روبرت سيمونز رغوة البولي ستيرين، وراتنج البوليستر. وبمعرفته بانسياب المياه التي ارتبطت بأبحاث «كالتك» على الطوربيدات المقذوفة من الجو؛ صمَّم ألواحًا ذات فعالية. وفي فترة وجيزة، أصبح «هيكل السفينة الهايدروديناميكي» الذي صممه سيمونز هو المعيار القياسي. كذلك اخترع توم موري ـ الذي أجرى أبحاثًا على فوهات الصواريخ ـ اللوحَ الراقص، ذلك اللوح البسيط المصنوع من الرغوة، الذي جعل الملايين من الناس يمتطون الأمواج. كذلك أدت ردود الأفعال العنيفة في الماضي القريب إلى رجوع بعض راكبي الأمواج إلى استخدام الألواح الخشبية الصلدة، التي تتيح لقاء الأمواج بدون وسيط.

كيف تم اختراع ملابس الغوص؟
أثناء الحرب العالمية الثانية، ارتدى غوّاصو قوات الحلفاء ـ الذين أُوكِلَت لهم مهمة نزع فتائل الألغام البحرية ـ ملابس جافة، بغرض الحصول على الدفء، إلا أنّ الهواء المحبوس في داخل هذه الملابس تسبَّب في تجعُّدها وفي ضِيقها. كان هذا حتى مجيء عالِم الفيزياء الأمريكي هيو برادنر، الذي عمل في مشروع القنبلة الذرية، كجزء من مشروع «مانهاتن»، حين واتته بصيرة معاكِسة للحدس.. حيث لا يتطلب الإحساس بالدفء أن تكون ملابسك جافّةً. عَزَلَت الملابسُ التي صممها برادنر من النيوبرين ـ تلك المادةَ الصناعية التي طوّرتها شركة «دوبونت» في ثلاثينات القرن العشرين، كبديل للمطاط الطبيعي ـ الغاطسين بواسطة طبقة من المياه المحبوسة. ويعمل النيوبرين كذلك كمادّة ممتصّة للصدمات؛ لحماية الغاطسين من الانفجارات التي تحدث تحت الماء. باستخدامك لملابس الغوص الحديثة؛ يمكنك أن تركب الأمواج في شواطئ كاليفورنيا، أو حتى في شواطئ ألاسكا، وشواطئ القارة القطبية الجنوبية.

متى بدأ العصر الحديث للتنبؤ بالأمواج؟
بدأ هذا الأمر مع الحرب العالمية الثانية، إذ تضمنت استراتيجية الحلفاء تحريك الجيوش من السفن إلى الشاطئ، إذ كان يمكن لانقلاب المراكب الرّاسِيَة في منطقة الأمواج المتكسرة أن يغيِّر من مسار المعارك. كذلك أدرك المخطِّطون العسكريون أنه ليس بمقدور أحدٍ أنْ يقوم بغزو برّمائي حينما تكون الأمواج عالية، ولذلك أصبح حجم الأمواج أمرًا ذا أهمية قصوى. وفي عام 1941، بدأ عالِم المحيطات وولتر منك في العمل على المسائل العلمية ذات الصلة بكيفية تعريف وقياس أمواج المحيطات. وتوصَّل الى أنه بقياس سرعة واتجاه الرياح وسط المحيط، يمكنك أن تتنبأ بضخامة الأمواج التي سوف تضرب الشواطئ الواقعة على بُعْد آلاف الأميال بعد عدة أيام. ساعدت نظريات وولتر الحلفاءَ أثناء هبوطهم على شواطئ نورماندي "D-day".

ما هي الأدوات المستخدَمة حاليًا في التنبؤ بحدوث الأمواج؟
لم يتغير الافتراض الأساسي للتنبؤ بالأمواج بدرجة كبيرة، إلا أن العقود الأخيرة شهدت تطورات كبيرة في الكيفية التي نجمع بها البيانات، حيث تقيس العوّامات الإلكترونية الموجودة على امتداد ساحل المحيط الهادئ في الولايات المتحدة الرياحَ وارتفاع الأمواج. كذلك يمكن للأقمار الصناعية أن تقيس سرعة العواصف، وحجمها، واتجاهها في الامتدادات الشاسعة للمحيط الهادئ. بعد ذلك، تقوم الحواسيب الفائقة بمعالجة البيانات، ومن ثم تقوم بحساب ارتفاع الأمواج الناتجة من العاصفة، وترددها، واتجاهها. لذلك.. يمكنك أن تتنبأ بحالة الأمواج على شاطئٍ ما بعد عدة أيام.

هل من الممكن هندسة الأمواج؟
لقد حدث هذا الأمر بالفعل في شواطئ عديدة، وإنْ لم يتم بصورة مقصودة في كل الأحوال، لأن الموانئ والأعمدة والجدران البحرية تغيِّر من أنماط الأمواج. وكانت هناك محاولات لبناء شِعاب اصطناعية لركوب الأمواج في كاليفورنيا، وفي المملكة المتحدة، وفي نيوزيلندا، والهند، إلا أن معظم هذه المحاولات باءت بالفشل. كذلك حاول المهندسون أن يصنعوا أمواجًا خارج المحيط Flowrider الذي يصنع موجة ساكنة صغيرة بدفع الماء في الاتجاه المعاكس لصفيحة رغوية منحنية، على سبيل المثال.

هل سيؤثر الاحترار العالمي على ركوب الأمواج؟
يقف راكبو الأمواج في خط جبهة التغير المناخي، إذ سوف تجعل العواصفُ العنيفة من ركوب الأمواج أمرًا عسيرًا، وأقل ملاءمةً. كذلك سوف يغيِّر ارتفاع مستوى البحار من الأماكن التي يمكن للناس فيها أن يركبوا الأمواج. وأنا لستُ على ثقة من أنّ مجتمع راكبي الأمواج قد انتبه بصورة كاملة لهذه الحقائق بعد، إذ بات إقناع راكبي الأمواج بالعمل على الحفاظ على البيئة الخاصة بهم أمرًا صعبًا. ■

أجرى المقابلة: جاشا هوفمَن

ILLUSTRATION BY NICK HIGGINS



SHANNON STENT/GETTY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الطيور

أجنحة باتساع العالم

ينقر **ستيوارت بيم** زر الفأرة بابتهاج، متصفحًا أحد المصنّفات الشهيرة في علم الطيور، التي أصبحت متاحة على شبكة الإنترنت.

VISUALS UNLIMITED/NATURE PICTURE LIBRARY

طائر أبو ملعقة الوردي (بلاتيلا أجاجا *Plateala ajaja*) يحلّق في سماء فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.

أعترِفُ أني على عِلْم بعدد أنواع الطيور التي شاهدتها في حياتي (وهي 3,763 طائرًا)، وأنّ ما يزيد عن المائتي شخص بقليل هم فقط مَنْ كتبوا عن مشاهدتهم لأكثر من ذلك. قد يكون غموض علماء الطيور استثنائيًّا، لكن الشغف بالطيور ليس كذلك. ومراقبو الطيور موجودون بوفرة في كل مكان، فالجمعية الملكية لحماية الطيور هي أكبر جمعية خيرية لحماية الطبيعة في بريطانيا. وهناك قوائم لطيور القطبَين الشمالي والجنوبي، وقطعًا كل مكان يقع بينهما. لذا.. فإن معارف مراقبي الطيور مُجتمعة تُعَد شيئًا مذهلًا. وكتاب الطيور الحية حول العالم *Handbook of the Birds of the World Alive* (www.hbw.com)، الذي حرّره فريقٌ بقيادة خوسيب ديل هويو، أصبح له الآن مكانٌ على شبكة الإنترنت، وهو متاح مقابل اشتراك سنوي أساسي قدره ثلاثون جنيهًا إسترلينيًّا (41 دولارًا أمريكيًّا).

يطرح الكتاب الإلكتروني كل ما نعرفه عن جغرافيا وسلوك وبيئة ما يقرب من عشرة آلاف نوعٍ من الطيور الباقية على قيد الحياة في مرحلة من التغيُّرات البيئية غير المسبوقة، وهو يسمح بتجميع فوري للإرشادات الميدانية المصممة حسب الطلب. كما أن تيسيره للمقارنة بين الأنواع سوف يسهّل من الأبحاث المقارنة، فضلًا عن أن المعلومات المتضمنة التي يوفرها المستخدمون ستفتح فرصًا جديدة للبحث.

المجلد الأول من «كتاب طيور العالم» نُشر عام 1992 بواسطة «لينكس إديسيونز» Lynx Edicions في برشلونة بإسبانيا، وضَمّ حوالي 15 مليون كلمة، وألف صفحة ملونة، ومائة ألف مرجعٍ مُلحق. أمّا المجلد السابع عشر والأخير، فقد تم طبعُه ونشره هذا العام. وتحمل هذه الكتب الرائعة في طياتها القيود المعهودة في عالم المطبوعات، فمثلًا.. يتطلب العثور على معلومة بعينها الاطلاع الممل على الفهارس، كما أن المطبوعات لا توفر وسيلة سهلة للوصل إلى المصادر المنقول منها.

كتاب الطيور الحية حول العالم
حرره خوسيب ديل هويو وزملاؤه.
لينكس: 2013.

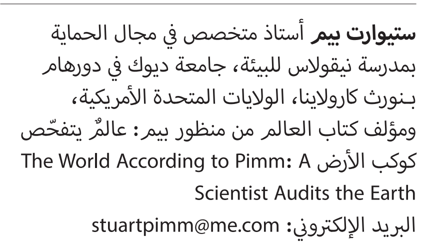
أما النسخة الإلكترونية، فتجعل الأسئلة الواضحة سهلة المنال. إذا سألت «ما هذا؟»، فإنني أنقر على صورة مصغرة للنورس؛ لأحصل على لوحة لواحد وخمسين نوعًا منه. وإذا سألت «أين؟»، أقوم بتصفية نتائج البحث بتشيلي والأرجنتين؛ كي أجد أربعة عشر نوعًا، ربما أعثرُ عليها في إحدى رحلاتي المقبلة. بإمكاني أيضًا إضافة طيور خطاف البحر (Terns)، فضلًا عن عائلات طيور أخرى، أو بلدان أخرى. وخاصية «قارن» تجمع الأنواع المتشابهة، مثل نورس بِلتشر (Belcher)، ونورس أولروج (Olrog) جنبًا إلى جنب. ويخبرني قسم التصنيف بأن المُصنِّفين في السابق كانوا يَـعُدّون هذين الطائرين نوعًا واحدًا. إضافة إلى كل ذلك.. تُظْهِر الخرائط أن نورس بِلتشر يعيش على شواطئ المحيط الهادئ، في حين يعيش نورس أولروج على شواطئ الأطلسي، ويصاحب ذلك نَصٌّ يقارن بين أوصافهما ومواطنهما وتاريخيهما الطبيعيين.

والاتحاد الدولي لحماية «القائمة الحمراء» للطبيعة يمنح نورس أولروج تصنيف «معرَّض للخطر». وباستخدام رابط مُضمن، أستطيع الوصول إلى المجموعات الإلكترونية المنظَّمة للطيور، حيث يَرِد 9,312 نوعًا من الطيور في مجموعة تشمل حوالي مائة ألف صورة، وثمانين ألف فيديو. كما أن عشرة من العناصر المتعلقة بنورس أولروج مرتبطة بخرائط «جوجل الأرض». سوف أبحر قريبًا، مارًّا بأحد تلك المواقع، واحتمال مشاهدته أمرٌ مثيرٌ جدًّا.

الطريقة المُثلى للعثور على العديد من الطيور والتعرف عليها هي «ِمناداتها». لذا.. أنقر على الرابط المؤدي إلى زينو-كانتو (Xeno-canto)، وهي قاعدة بيانات إلكترونية لنداءات وأغاني الطيور، وتوفر لي أيضًا تسجيلًا وموجةً صوتية. يأخذني رابطٌ آخر عبر مختبر جامعة كورنيل لعلم الطيور إلى إي بيرد (eBird)، وهو مورد عالمي ضخم لعمليات مراقبة الطيور، مصنّف جماعيًّا، بينما يخبرني رابط مؤدٍّ إلى موقع بيرد لايف إنترناشيونال (International BirdLife) عن السبب الذي يجعل نورس أولروج معرَّضًا للخطر. يتضمن كل ذلك روابط نشطة للمصادر الأصلية. وبإمكاني أن أضيف تعليقاتي على شبكة الإنترنت، وأن أشير إلى الإخفاقات الصارخة في الاقتباس من كل واحدة من أوراقي العلمية الأخيرة، وإنْ ظلّت مُبهَمة رغم ذلك. وتقنية جوجل للترجمة تعني أنه بالإمكان الاطلاع على هذا المورد كاملًا بواحد وسبعين لغة.

إن انتشار البيانات عبر التصنيف الجماعي على شبكة الإنترنت يُحدِث تغييرًا شاملًا في الأبحاث، ويذهب إلى ما هو أبعد من الطيور. على سبيل المثال.. عبر تطبيقات الهواتف الذكية ـ مثل آي ناتشورالِست (iNaturalist) ـ فإن الخبراء والهواة ـ على حد سواء ـ بإمكانهم مشاركة المعلومات عن الأنواع الشغوفين بها، سواء أكانت ضفادع، أم أحصنة بحرية، أم حتى خنازير برية، بدايةً من أيجوابارّيج سيجرِه سينكا (*Aiguabarreig Segre-Cinca*) في كتالونيا بإسبانيا، وصولًا إلى شيشوانج بنّا (*Xishuangbanna*) في يونّان بالصين. وعبر ذلك كله، صار بإمكاننا أن نعرف سريعًا بأي الأماكن نعثر على أنواع الكائنات، ومن ثم تحديد أين تقع خسارة المَواطن الطبيعية، وإلى أين يمكن أن يدفع اضطراب المناخ الكائنات الحية للانتقال، وأين تحدث حالات الانقراض.

يمكن لمستخدمي الكتيب التحقق من الأنواع التي شاهدوها في حياتهم. ويجري الإبلاغ عن مشاهدات لأربعة عشر نوعًا (من أصل عشرين) أصبحت منقرضة مؤخرًا، أو انقرضت في البرية، مما يعني أن تلك الانقراضات أحداث راهنة، لا تاريخية. كما أن الكتيب يصنف نحو 176 نوعًا تحت فئة «مهدَّد بشدة». وعدد المرات التي قام فيها مراقبو الطيور بِعَدّ تلك الأنواع ومراقبتها هي معلومات توفر لنا المادة الخام لتغذية منظومة الإحصاءات التي تتكهن بمدى احتمالية أن تكون هناك أنواع لا تزال باقية، ومن ثم إنقاذها (انظر: S Pimm *Nature* **426**, 235–236; 2003). إذَن، من قلب هذا الاستثناء والغموض ـ الذي يكتنف عالَم علماء الطيور ـ تأتي البصيرة، وربما أيضًا تأتي إجراءات الحماية. ■



ستيوارت بيم أستاذ متخصص في مجال الحماية بمدرسة نيقولاس للبيئة، جامعة ديوك في دورهام بـنورث كارولاينا، الولايات المتحدة الأمريكية، ومؤلف كتاب العالم من منظور بيم: عالمٌ يتفحّص كوكب الأرض The World According to Pimm: A Scientist Audits the Earth

البريد الإلكتروني: stuartpimm@me.com



4. طائر الجنة جولدي (باراديسيا ديكورا paradisaea decora) ♂

5. طائر الجنة الأحمر (باراديسيا روبرا paradisaea rubra) ♂

6. طائر الجنة القيصر (باراديسيا جويليلمي paradisaea guilielmi) ♂

HANDBOOK OF THE BIRDS OF THE WORLD ALIVE

الكتاب الإلكتروني للطيور الحية حول العالم يسمح بإجراء مقارنة بين الأنواع المتشابهة.

DADO RUVIC/REUTERS/CORBIS

خبير في الطب الشرعي من اللجنة الدولية لشؤون المفقودين يفحص رفاتًا بشرية مستخرَجة من مقبرة جماعية في توماتشيكا، البوسنة والهرسك.

علم الطب الشرعي

الكشف عن هوية الموتى

أليسون آبوت تلقي الضوء على قصة فريق الطب الشرعي الذي تَمَكَّنَ من كشف سر لغز رهيب من خلال تحليل الحمض النووي البشري.

على مدار تسعة أيام شديدة الحرارة في شهر يوليو من عام 1995، قام جنود البوسنة الصربيون بذبح ما يقارب سبعة آلاف رجل وطفل من المسلمين من سريبرنيتشا في البوسنة، حيث اقتادوهم إلى أماكن متفرقة، وقاموا بِرَمْي عدد منهم بالرصاص، وبتفجير الآخرين بالقنابل اليدوية، ثم جرّفوا الجثث بواسطة البلدوزرات وآليات ردم التربة الثقيلة؛ ورموها جميعها في مقابر جماعية.

كانت تلك أسوأ مجزرة وأكثرها منافاةً للإنسانية حدثت خلال حرب البوسنة، التي اندلعت بعد انهيار يوغوسلافيا، واستمرت منذ عام 1992 حتى 1995، وراح ضحيتها أكثر من مئة ألف قتيل. وعندما شارفت الحرب على الانتهاء، بدأ الجيش الصربي يبحث عن طريقة لإخفاء الأدلة على ما ارتكبه؛ فأحضروا البلدوزرات مرة ثانية في نهاية ذلك الصيف، وحفروا؛ لنَبْش الجثث المتحلّلة، واستخراجها، ثم وضعوها في شاحنات قلّابة، ونقلوها، ووَزّعوها على ما يقارب 30 موقعاً مختلفاً في أماكن بعيدة. في الحقيقة، حاول الجيش البوسني إخفاء هذه المواقع بسرعة، لكن في خريف تلك السنة، وبعد أن توقفت الحرب، تم اكتشاف هذه المقابر بما تحويه من عظام مفكّكة. يروي كريستيان جينينجس في كتابه «عظام البوسنة المليون» *Bosnia's Million Bones* كيف تَمَكَّنَ علم الطب الشرعي من حل المعضلة الرهيبة بالتعرف على هُويّات الضحايا من خلال الحمض النووي البشري لكل عظمة؛ وبذلك استطاع الأهالي أن يدفنوا ذويهم بسلام.

NATURE.COM
لقراءة عدد خاص من «نيتشر» حول العلوم في المحاكم، يرجى الاطلاع على:
go.nature.com/ez6pwk

تكمن أهمية هذا الكتاب في أنه يعرض الأهوال التي يعجز اللسان عن وصفها، والتي جرت في هذه الحرب المعقدة، التي ما زال يتعذّر فهْم أسبابها على الأطراف الخارجية. أما مؤلفه، فهو صحافي بريطاني، يمتلك ميزة معرفة هذه الحرب ميدانيًّا، وعن قرب، بالإضافة إلى مساعدة «اللجنة الدولية لشؤون المفقودين» ICMP، وهي منظمة تشكّلت في سراييفو في عام 1996، وكان لها دور مركزي في القصة، إذ قامت في عام 2000 بإطلاق أول محاولة عالمية ممنهجة لتطبيق تقنيات تحديد الهوية من خلال الحمض النووي البشري على مجموعة ضخمة من الأشخاص. ومنذ ذلك الحين، تُستخدَم مختبراتها للمساعدة في التعرف على أفراد قُتِلوا في حوادث أخرى، كالكوارث الطبيعية، والحوادث، والحروب، وما شابه. ولقد استُخدمت هذه التقنيات مؤخرًا بعد الهجوم الإرهابي في مركز «ويستجيت» للتسوق في نيروبي خلال هذا العام 2013، الذي شهد تَشَوُّه العشرات من الضحايا، لدرجةٍ يستحيل معها التعرف عليهم.

وكما يشرح لنا جينينجس.. فقد تضمَّن أول عمل للمنظمة تحديدَ وفرْز ما يفوق المليون عظمة، ومن ثم تجهيزها وتحليلها. لم يكن هذا العمل سهلاً أبدًا، لكنْ يعود الفضل الأكبر في إمكانية حدوثه إلى حقيقة أنه في تلك الأيام العسيرة المصيريّة كان هناك استطلاع جوي من الولايات المتحدة ومنظمة حلف شمال الأطلسي، وبواسطته تم التقاط صور لمجموعات ضخمة من الرجال فوق أرض مفتوحة قرب سريبريتشنا. ومن ثم، أظهرت الصور التي التُقطت بعد ذلك اختفاء الرجال، وظهور مساحات كبيرة من الأرض التي تم العبث بها. وخلال الأسابيع التالية ـ بعد أن تم تحديد مواقع الجثث ـ أظهرت الصور الجوية ظهور المزيد من الأماكن التي تم فيها العبث بالتربة مؤخرًا.



«عظام البوسنة المليون: حل أكبر لغز في عالم الطب الشرعي»
كريستيان جينينجس
بالجريف ماكميلان: 2013.

وفي عامي 1997 و1998، قامت المحكمة الجنائية الدولية ليوغسلافيا السابقة ـ وهي منظمة تابعة للأمم المتحدة، ومقرها هولندا ـ بتشكيل فريق من علماء

الآثار وخبراء الطب الشرعي، الذي شَرَعَ بالتنقيب في هذه المقابر. تَمَكَّنَ هذا الفريق من تجميع بعض الأدلة عن زمان ومكان حوادث القتل الجماعي هذه، وذلك من خلال درجة التحلل أو التَّفَسُّخ التي وصلت إليها الجثث، أو من خلال الأوقات والتواريخ التي وجدوها على بعض ساعات اليد التي تعمل بحركة الاهتزاز، والتي كان يرتديها الضحايا آنذاك، أو من خلال أنماط الإصابة الناجمة عن الرصاص، التي وجدوها بجماجم الضحايا. كما أشار تحليل ألوان وبِنَى التربة إلى الأماكن التي كانت بعض العظام قد دُفِنت فيها أول مرة، فمثلاً يدلّ وجود قِطَع من الزجاج على أنّ مكان الدفن الأول كان بقرب مصنع للزجاج، موجود في المنطقة.

كان التعرف على العظام بذاتها أمرًا صعبًا للغاية، إذ إن البلدوزرات كسرت العظام، واختلطت القطع العظمية ببعضها البعض في الشاحنات القلابة التي نقلتها إلى أماكن الدفن الجديدة، وبالتالي لم يتبق أي وسيلة للتعرف المؤكد على العظام، إلا تحليل كل قطعة عظميّة على حدة. وقد تم هذا بالفعل في المختبرات التي أنشأتها اللجنة الدولية لشؤون اللاجئين.

> «تمت إعادة أكثر من 80% من رفات الضحايا إلى ذويهم؛ من أجل دفنها.»

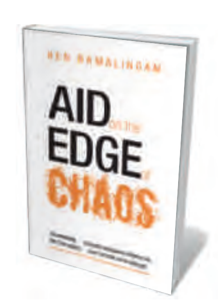
في البداية، كانت ميزانية هذه العملية الباهرة ضعيفة جدًّا. وقام أفراد العمل بابتكار طرق رخيصة؛ لتعوِّضهم عن نقص المعدات والتجهيزات، فعلى سبيل المثال.. جلبوا من السوق المحلية فُرْنًا لشَيِّ الدجاج، واستخدموه لتحريك محاليل الحمض النووي البشري. كان كل أفراد الفريق من السكان المحليين. يضيف جينينجس قائلًا إن معظم أفراد الفريق خريجون يتميزون بالمرونة الشديدة، ويمكنهم التفاهم بسهولة مع أفراد العائلات المفجوعة، وقد ساعدهم هذا في الحصول على عيِّنات دموية؛ من أجل مقارنة عينات الحمض النووي البشري بتلك الموجودة في العظام.

كان كل شخص من أفراد الفريق مدربًا على مجال معين من التحليل، تم اتباعه بعد ذلك بشكل منهجي. كانت الخطوة الأولى هي تحضير الرفات؛ من أجل عملية استخلاص الحمض النووي البشري، ومن ثم طحنها إلى بودرة في جمهورية سربسكا، وهي الآن مقاطعة صربية مستقلة ضمن البوسنة. بعد ذلك.. تمّ نقل البودرة إلى سراييفو؛ لاستخلاص الحمض النووي البشري. وبهذا.. وعَبْر هذه الخطوات، تمت إعادة أكثر من 80% من رفات الضحايا إلى ذويهم؛ من أجل دفنْها.

كان لا بد من أنْ يعرف العالَمُ هذه القصة. والحقيقة أن كتاب «عظام البوسنة المليون» تتداخل فيه قصص عديدة، وتتشعب لتقودك إلى موضوعات مهمة أخرى متعلقة بالقصة الأصلية، مثل عملية محاولة القبض على مجرمي الحرب المسؤولين عن هذه المجازر. كما أنها ستقود أحيانًا إلى قصص لا علاقة لها بالحرب. إن بِنْيَة الكتاب غير منتظمة، وتتداخل فيها الخطوط الزمنية حينًا، وتتداخل الأرقام حينًا آخر (كعدد الضحايا الذين تم التعرف عليهم في تاريخ معين مثلًا)، لكن حتمًا سيخرج القارئ من هذا الكتاب مصدومًا، ولكنْ سيكون أكثر وعيًا. ■

أليسون آبوت مراسل محترف لدورية «نيتشر» في أوروبا.

ملخصات كتب



المساعدات على حافة الفوضى: إعادة النظر في التعاون الدولي في عالم معقد

بن رامالينجام، أكسفورد يونيفرسيتي برس (2013)

يرى الكثيرون في المساعدات الإنمائية الدولية خضوعًا لتفكير آلي خطي، ونهج بطولي يقوم من خلاله السكان المحليون بمعالجة التحديات التي تواجههم بدعم مصمّم بذكاء. ويجادل بن رامالينجام بأن التفكير بأسلوب الأنظمة المعقدة القادرة على التكيف يقدم نموذجًا علميًّا لهذا المسار. فهو يجزم بأن استيعاب ديناميكية العالم الحقيقي من شأنه تعزيز توجيه جهود المساعدات بدقة في الاتجاه الصحيح وتَبَنِّي نموذج جديد للمساعدة: «كشبكة ابتكار مفتوحة؛ لتحفيز التغيير، والاستفادة منه في مختلف البلدان حول العالم».



حليب صافٍ وطازج: تاريخ بيئي منذ عام 1900

كندرا سميث-هوارد، أكسفورد يونيفرسيتي برس (2013)

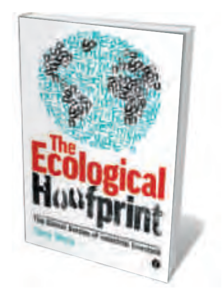
من الكريمة والجبن إلى الحليب المعبأ في زجاجات، والمجفف والموجود في كل شيء، من الكعك إلى الصمغ... فـ«الألبان» في كل مكان، غير أن توصيل ذلك المنتج سريع التلف بضخ آلي من البقرة الحلوب إلى المستهلكين كان بمثابة ملحمة تقنية وثقافية وسياسية معقدة للغاية. تتبَّعت كندرا سميث-هوارد بمهارة المسار في الولايات المتحدة منذ عام 1900. في البداية كان الحليب مرتعًا للبكتيريا، كالسالمونيلا *Salmonella typhi*، واليوم أصبح غذاءً أساسيًّا «طبيعيًّا» من خلال التناول العلمي.. في تربية الأبقار، وعلم الجراثيم، وتقنية المعالجة، والتخزين والنقل المبرَّد للمواد السائلة.



فريتز كان

يوتا فون ديبشتز، وثيلو فون ديبشتز تاشين (2013)

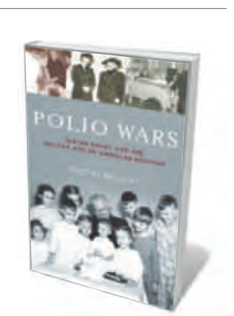
إنّ ملصق «الإنسان كَصَرْح صناعي»، الذي يعود إلى عام 1926، ليس سوى الصورة الأكثر شهرة من بين الصور التي أطلقها فريتز كان، رائد فنّ الإنفوجرافيكس (تمثيل المعلومات بالرسوم). كان فريتز عبقريَّ تحديث، وكانت رسومه التوضيحية مبتكرةً بلا حدود، وفي كثير من الأحيان هزليّة على نحو مظلم، بل ومروِّعة في بعض الأحيان. على سبيل المثال.. فإن رسمه «تجارب أسفار خلية متجوِّلة: من داخل وادي جرح جسدي» *Experiences of a Wandering Cell: In the Valley of a Flesh Wound*، يلقي الضوء بصورة رائعة على البيئة الطبيعية الحية للدم والأنسجة والأعصاب. وفي هذه السيرة الذاتية باللغات الإنجليزية والألمانية والفرنسية ـ التي تستعرض 350 عملاً من أعماله ـ تكرِّم يوتا، وثيلو فون ديبشتز الفنانَ «المنسِيّ إلى حدٍّ ما» في الذكرى الـ125 لميلاده.



بصمة الحافر الإيكولوجية: العبء العالمي لصناعة تربية الماشية

توني وايز، زد بوكس (2013)

هذا التحليل المقنع لارتفاع الاستهلاك العالمي للحوم يضع اللوم بشدة على الإنتاج الصناعي للثروة الحيوانية.. أو ما يُسمَّى بالثقافة «الأحادية» للحوم ـ أي زراعة محصول واحد؛ لتتغذى الماشية عليه ـ تلك التي تَضَاعَف حجمها أربع مرات في السنوات الخمسين الماضية. يقدر توني وايز خبير الاقتصاد الزراعي والسياسي أن كلفة ذلك على البيئة ورفاهية الحيوان لا تسمح باستمرار الوضع، بالإضافة إلى التأثير السلبي على العدالة الاجتماعية، حيث تستهلك الماشية ثلث الإنتاج الإجمالي من الحبوب، بينما يعاني واحد من كل سبعة أشخاص في العالم من الجوع، أو سوء التغذية.



الحرب على شلل الأطفال: الأخت كيني، والعصر الذهبي للطب الأمريكي

ناعومي روجرز، مطبعة جامعة أكسفورد (2013)

قبل الترخيص للقاح «سالك» في عام 1955، اجتاحت أوبئة شلل الأطفال الولايات المتحدة. تتبَّعت ناعومي روجرز تلك الأوبئة من خلال قصة «ممرضة الغابة» إليزابيث كيني، الأسترالية المولد، التي كانت تتحاشى التجبير، وتفضِّل عليه تدليك العضلات في وقت مبكر. سطع نجم كيني، ولكنّ طُرُقها في العلاج أثارت جدلًا، وطواها النسيان مع ظهور اللقاح. ترى روجرز أنّ إرث كيني الأساسي قد يكمن في فكرتها - التي لم تلق التأييد الذي تستحقه في تاريخ تطور شلل الأطفال – عن أنّ المرض كان عضويًّا، وليس موجَّهًا للأعصاب.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

الـMOOCs لا يأخذها سوى القليل من المتعلمين

لقد تمت الإشادة بالمقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت (MOOCs) بوصفها ثورة تعليمية، لديها إمكانات تَخَطّي الحدود والأعراق والأنواع والفئات الاجتماعية ومستويات الدخل (انظر: go.nature.com/hanoau). ومع ذلك.. كشف استطلاع رأي، تم إجراؤه بخصوص المستخدمين النشطين للمقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت في أكثر من 200 دولة ومنطقة، أنّ معظم طلاب تلك الدورات قد تلقوا تعليمًا جيدًا بالفعل، وأنهم شباب في الأغلب الأعم، ويسعون إلى التقدم في حياتهم المهنية.

لقد تم استقاء البيانات المتوفرة لدينا من 34779 ردًّا على استطلاع رأي تمّ في يوليو 2013 بواسطة جامعة بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية من مشاركين في 32 محاضرة تعليمية، بخصوص خدمة التعليم عبر الإنترنت «كورسيرا» Coursera (انظر: https://www.coursera.org/penn). لقد وجدنا أن 83% من الطلاب المشاركين في الاستطلاع قد حصلوا بالفعل على درجة دراسية بعد إتمام سنتين أو أربع من التعليم بعد الثانوي (راجع الأعمدة الحمراء في فقرة «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت لا تصل إلى المهمَّشين»)، كما أفادت نسبة 44.2% بتَلَقِّي تعليم بعد درجة الليسانس (انظر: go.natur.com/cvjp8u).

إضافة إلى ذلك.. يتخطى المستوى التعليمي ـ الذي تم تلقيه قبل الدورات ـ لطلاب المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت حول العالم نظيره لدى الشريحة السكانية العامة في دولهم (انظر الشكل والأعمدة الزرقاء؛ المصدر: www.barrolee.com).

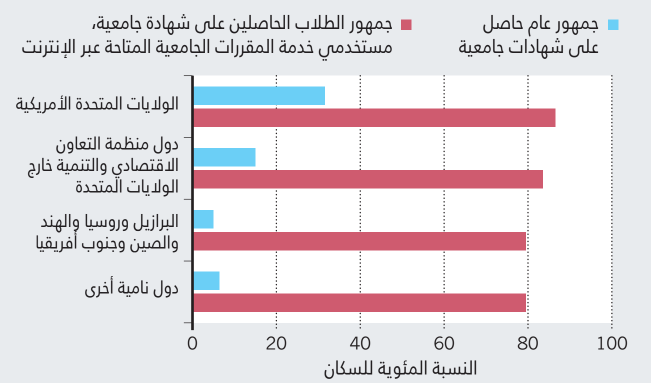
يُعَدّ هذا التفاوت التعليمي جليًّا بشكل خاص في البرازيل، وروسيا، والهند، والصين، وجنوب أفريقيا؛ وجميعها دول مرشحة أساسية لتقديم الدورات التعليمية الضخمة المفتوحة عبر الإنترنت. وفي هذه الدول، يأتي ما يقارب 80% من طلاب الدورات التعليمية الضخمة المفتوحة عبر الإنترنت من الشريحة السكانية الأغنى من حيث الثروة، والأفضل تعليمًا، والبالغة 6% من السكان.

لقد وجدنا أن حصة الرجال تبلغ 56.9% من طلاب المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت (وتقع نسبة 64% منهم في دول خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية «OECD»). كما أن حوالي 70% من طلاب تلك الدورات التعليمية قد التحقوا بوظائف بالفعل (هذه البيانات غير معروضة).

بعيدًا عن تحقيق المطامح العليا لأنصارها، يبدو أن المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت تعزِّز مزايا «المحظوظين»، بدلاً من تعليم «المهمَّشين». هذا.. ويجب تحسين الوصول إلى التقنية والتعليم الأساسي المطوَّر حول العالم؛ حتى تصل الدورات التعليمية الضخمة المفتوحة عبر الإنترنت إلى المستوى المتوقَّع منها حقًّا.

حزقيال جيه. إيمانويل جامعة بنسلفانيا، فيلادلفيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
vp-global@upenn.edu

*بالإنابة عن 6 موقِّعين مشاركين (انظر: go.nature.com/8lqpa5 للاطلاع على القائمة الكاملة)



التأثير: القياس الخيالي

في ظل استعجالنا لقياس كل شيء؛ للوصول إلى دليل يستطيع غير المتخصصين فهمه، وأيضًا لتوفير التمويل، يغيب عن أذهاننا أن التنبؤ بتأثير الأبحاث يشبه قياس الأحلام (*Nature* **502**, 271; 2013)، فلا توجد طرق مختصرة لعمل تقييم حقيقي للأبحاث.

يؤثر البحث على المجتمع تأثيرًا مركبًا من عدة عناصر، ويكون عادةً عن طريق العلماء والمهندسين ـ في بعض الأحيان عن طريق المصادفة ـ ليبلغ ذروته وينجح بعد سنين في تغيير بعض الجوانب في حياتنا، إلا أن محاولة تحليل هذه العناصر تعد محاولة يائسة.

قد لا يعطينا إحصاء عدد مرات تنزيل الأوراق البحثية من شبكة الإنترنت مؤشرات تنبؤية قوية، على سبيل المثال. في الواقع، هذه القياسات ليست إلا مجرد بدائل للتأثير الحقيقي للأبحاث، ويمكن أن تولّد أهدافًا خاصة بها. كما أنها تشجع على المقامرة أو التلاعب في البيانات؛ لتحسين القياسات بشكل زائف. عند استخدام هذه القياسات ـ بمرور الوقت ـ في المؤسسات، تصير دليلًا استرشاديًّا مهمًّا.. فكلنا نحتاج إلى قياسات خارجية إلى حد ما، أما عندما تتعدى دلالة هذه القياسات كآداة للتقييم، فعندئذ تظهر المشكلات.

جيم وودجيت معهد لبونيفلد تانينبوم للأبحاث، تورونتو، كندا.
woodget@lunenfeld.ca

التأثير: أخْذ التحكيم العلمي في الاعتبار

إن تحديد التأثير الذي يتركه باحث، أو باحثة ما، يجب أن يشمل قياسًا لإسهامه كمحكِّم علمي في الحفاظ على المعايير العلمية العالية بالأوراق البحثية وطلبات المنح (*Nature* **502**, 287; 2013).

لا بد من تيسير عمل مؤشر للمراجعين، يشبه «مؤشر إتش» h-index، الذي يقيس تأثير مخرجات البحث من حيث الكمية، ومدى الذيوع. سيُعبّر هذا المؤشر ـ على سبيل المثال ـ عن عدد وتأثير الدوريات والأبحاث التي استعانت بالمُراجِع، وكان لها بمثابة الحكم. وسيحتاج ناشرو هذه الأرقام إلى حماية عملية تعمية المراجعة المفردة أو المزدوجة.

يمكن فعل ذلك عن طريق استخدام مركز وثائق؛ لإسناد هذه القياسات إلى باحثين محددين، من خلال وسائل للتعريف، مثل «البرنامج المفتوح لتحقيق هوية الباحث والعالِم المساهِم» Open Researcher and Contributor ID scheme (انظر: *Nature* **485**, 564;2012).

كما أنهم سيحتاجون إلى المحافظة على سمعة المحكِّمين، مما سيؤدي إلى تشجيع عدد أكبر من العلماء على الإقدام على التحكيم؛ وبالتالي سيفيد ذلك الصحف والناشرين.

إ. توبياس كراوس من جامعة بيليفيلد، ألمانيا.
Tobias.krause@uni-bielefeld.de

التأثير: الصين تحتاج إلى مراجعة قياساتها

تعاني الصين من مشكلات تخص قياسات التأثير (انظر: *Nature* **502**, 271; 2013). فمجرد الالتفات إلى المؤلف الأول، والمؤلف المراسِل لورقة بحثية ما، على سبيل المثال، يؤدي ـ بطريقة غير مباشرة ـ إلى عدم تشجيع المشاركة في المجموعات البحثية، حيث إن تلك القياسات تُعَدّ عائقًا في عصر العلوم القائمة على التعاون.

إضافة إلى ذلك.. فإن مقالات المراجعات لا يُعتد بها كجزء من قياسات التأثير في الصين، ولذا.. فإنها لا تساعد المؤلف على التقدم في مهنته الأكاديمية. وتعني زيادة العبء المعلوماتي أنّ مراجعات علمية مناسبة ومتعددة المجالات ستكون مطلوبة أكثر من أي وقت مضى، كما أن مؤلفيها ينبغي أن تكون لديهم معرفة شاملة، وأن تكون لديهم فطنة الخبير، وقدرة فائقة على الاستقراء بالإضافة إلى المهارات الاستنتاجية. لذلك.. نرى أن هذا التحامل الواضح غير مبرر.

زيانجيو ما كلية الطب الوقائي، الجامعة الطبية العسكرية الثالثة، مدينة تشونجكينج، الصين.
زهي يوان سونج مستشفى ساوث ويست، الجامعة الطبية العسكرية الثالثة، مدينة تشونجكينج، الصين.
xymacq@hotmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعريف العبقرية الرياضية أمر بعيد المنال

يهدف «مشروع أينشتاين» إلى تحديد النمط الجيني لعلماء الرياضيات البارزين (*Nature* **502**, 602–603; 2013)، إلا أن هذا المشروع ما زال بحاجة إلى مزيد من الدعم، وذلك بصياغة تعريف دقيق للنمط الظاهري للعبقرية الرياضية.

وإذا كان الحُكم على الكفاءة الرياضية الأساسية مرتبطًا بالمهارات الحسابية والعددية، فإن تحديد القدرات المتقدمة على وجه الدقة عادةً ما يكون أكثر صعوبة. أما الأصعب على الإطلاق، فهو تعريف القدرة الرياضية التي تصل إلى مستوى العبقرية؛ فالرياضيات المتقدمة تشتمل على عناصر متنوعة، مثل التفكير المجرد المعقد، والدراية الفنية الإحصائية، والحساب الأوّلي، والوعي الهندسي، والمُخَيِّلة، والقدرة على حل المشكلات بطرق غير تقليدية، والمنطق، والفلسفة. إضافة إلى ذلك.. فإن إتقان هذه القدرات والتقدم فيها يجب أن يخضع للقياس الكمي المناسب، على أساس القدرة الفطرية، مقابل القدرة المكتسَبة.

من ثم، فليس من المحتمل التوصل إلى «جينوم العبقرية الرياضية» عبر عدم التجانس الجيني، الذي تتم دراسته من خلال التسلسل الجيني؛ فهذه الدراسات تختص بإلقاء الضوء على الشروط المتلازمة للنمو العصبي (انظر، على سبيل المثال: S. Baron-Cohen *et al*. *J. Autism Dev*. *Disord*. **31**, 5–17; 2001).

هوتان أشرفيان إمبريال كوليدج، المملكة المتحدة.
h.ashrafian@imperial.ac.uk

تدوير المخلفات؛ لتخصيب التربة

بمناسبة اليوم العالمي للتربة (5 ديسمبر)، تجدر الإشارة إلى الفرص المتاحة من أجل إدارة مستدامة لشؤون التربة خارج نطاق المزرعة (*Nature* **502**, 607; 2013).

ونحن بحاجة إلى إعادة النظر في الدورة المعقدة للمنتجات في المجتمع العصري، بحيث يمكن ضبط الممارسات المتعلقة بالمُخلّفات وإعادة التدوير؛ بهدف تخصيب التربة، التي تُعَدّ موردًا غير متجدِّد.

إن الزراعة العضوية في أنظمة زراعة الكفاف بجميع أنحاء البلدان النامية بحاجة إلى مستلزمات؛ بيد أنها تعاني نقصًا في الإمدادات، وذلك بسبب محدودية الأراضي والمُغذِّيات والمواد العضوية. يمكن تدراك ذلك العجز عن طريق استيراد الموارد المغذِّية والمواد العضوية من القطاعات الصناعية الأخرى الموجودة ضمن الحدود الوطنية.

يمكن للمخلفات المنزلية والصناعية المُعَالَجة أن تسهم في التربة بكميات كبيرة من النيتروجين ومشتقات الفوسفور، على سبيل المثال. كما يمكن استخدام البول البشري ومخلفات المجازر؛ لإنتاج أسمدة حيوية محلية، وعالية الكفاءة.

يوهانز ليمان من جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
cl273@cornell.edu

سِجل الأشعة المقطعية المرتفع باليونان

لقد دوَّنتم ملاحظتكم على العدد الكبير من تصاوير الأشعة المحوسبة (CT) المستخدَمة في اليونان، ولكنّ تحليل المخاطر والفوائد وتفحُّص التكلفة والفاعلية،هما اللذان سيُبَيِّنان لنا ما إذا كان ذلك جيدًا أم سيئًا (*Nature* **502**, S82–S83; 2013). إنّ ادِّعاءكم أن اليونان لا تملك أُطُرًا رسمية لإدارة استخدام الأشعة المحوسبة ليس صحيحًا.

وتصاوير الأشعة المحوسبة في اليونان تخضع لفحوص دورية تحت قيود صارمة منذ عام 2001. والتوجيهات الخاصة بالتشخيص والعلاج في مجال الطب الإشعاعي تم تطبيقها في عام 2011.

إنّ الاستخدام المرتفع لتصاوير الأشعة المحوسبة في اليونان يُعزى إلى خصوصيات في النظام الصحي اليوناني. فعدد الأطباء لكل مُواطِن هو ضعف متوسط نظيره في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، وهو ما يؤدي إلى الإفراط في توصيف إجراءات التشخيص. وقد يكون هذا ـ جزئيًّا ـ بسبب التكلفة المنخفضة نسبيًّا للأشعة المحوسبة في اليونان (مثلًا أشعة الصدر تتكلف 88 دولارًا، مقابل 332 دولارًا في الولايات المتحدة). لقد تمت إقامة نظام إحالة إلكتروني جديد؛ للحَدّ من مثل ذلك الإفراط في التوصيف.

إيوناس سَيمنيس، جامعة تراقيا، اليونان.
ستيليوس أرغيروتس، ستاثيس إفستاثوبولُوس، جامعة أثينا، اليونان.
stathise@med.uoa.gr

فشل متوقع للمصل المضاد لمرض السل

يمثل تقريركم بشأن الأمصال المضادة لمرض السل تكريسًا لوجهة نظر معيبة، لكنها ـ في الوقت نفسه ـ تتمتع بتأييد واسع. لذا.. لم تكن عدم فعالية مصل MVA85A في التجارب الإكلينيكية البشرية التي تم إجراؤها مؤخرًا من قبيل المفاجأة (*Nature* **502**, S8–S9; 2013).

لقد جاءت هذه التجارب في أعقاب نظام تطعيمي، كان يُستخدَم على مدى السنوات العشر الماضية في أربعة نماذج حيوانية. وقد كشف الفحص الدقيق لهذه النتائج عن أنّ مصل MVA85A لم يحقِّق أيَّ تقدُّم له دلالة إحصائية في الوقاية يفوق مصل BCG (Bacillus Calmette–Guérin) وحده في الفئران، والخنازير الهندية، والبقر، والثدييات العليا غير البشرية (انظر، على سبيل المثال: F. A. W. Verreck *et al*. *PLoS ONE* **4**, e5264; 2009, and S. A. Sharpe *et al*. *Clin*. *Vaccine Immunol*. 17, 1170–1182; 2010).

يأتي الاستثناء الوحيد في دراسة عن الفئران (N. P. Goonetilleke *et al*. *J*. *Immunol*. **171**, 1602–1609; 2003)، لا يمكن الاعتداد بها في المقارنة، لأنها استخدمت مسارًا تطعيميًّا مختلفًا (انظر: C. N. Horvath and Z. Xing *Adv*. *Exp*. *Med*. *Biol*. **783**, 267–278; 2013).

بصورة إجمالية، فإن البيانات الحيوانية قبل الإكلينيكية لمصل MVA85A نجحت في التنبؤ بنتائج التجربة الإكلينيكية الواردة بالتقرير. ولا يتبقّى إلا تعقُّب مدى نجاح النماذج الحيوانية في التنبؤ بفعالية بقية الأمصال المقترحة، كمضادات لمرض السل.

بيتر بيفرلي جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة.
peter.beverley@ndm.ox.ac.uk

من فضلك.. مَرِّر الميكروبات

بينما كنت أعيش وأعمل بين أهالي هادزابي في تنزانيا ـ وهي واحدة من آخر ما تبقى من جماعات الصيد وقطف الثمر البدائية في العالم ـ شَهِدْتُ على العلاقة الحميميّة غير العادية التي يتشاركونها مع الميكروبات في بيئتهم. تلك العلاقة التي من شأنها أن تمدّهم بمورِد معزِّز للصحة من ميكروبات معوية متنوعة؛ مُفتقَد منذ زمن بعيد في نمط الحياة العصري بالدول المتقدمة.

على غرار أهالي هادزابي.. من المفترض أن البشر جميعهم كانوا على صلة بمجتمع ضخم من الميكروبات، من خلال أحشاء الحيوانات وجلودها وريشها، وذلك ضمن حدود منطقتهم. وفضلًا عن مشاركة موارد المياه الملوثة ببول وبراز حيوانات متنوعة، مثل الحمير الوحشية، والزراف، والخنازير البرية، فإن أهالي هادزابي ـ في كثير من الأحيان ـ يلتهمون المَعِيّ والأمعاء الغليظة النيئة للحيوانات المقتولة. كما أنهم «ينظفون» أيديهم بالمكوِّنات المهضومة جزئيًّا والمحمَّلة بالميكروبات من مَعِيّ الحيوانات (**بالصورة**)، مما يساعد على نقل الميكروبات بين أفراد الجماعة.



مواد ميكروبية تُستخدَم كمطهرات للأيدي.

إن قلة تنوع الميكروبات المعوية بين السكان في الدول المتقدمة (انظر، على سبيل المثال: T. Yatsunenko *et al*. *Nature* **486**, 222–227; 2012) من شأنها زيادة قابليتنا للإصابة بالجراثيم الانتهازيّة والأمراض. ومن ثم ينبغي لنا أن نستكشف قيمة الموارد الغنية بالميكروبات الخاصة بأهالي هادزابي، على الرغم من الاهتمام بالقضايا الضرورية المتعلِّقة بالصرف الصحي والنظافة.

جيف ليش من مشروع غذاء الإنسان، نيو أورليانز، الولايات المتحدة الأمريكية، ومدرسة لندن للنظافة الشخصية والطب الاستوائي، المملكة المتحدة.
jeff@humanfoodproject.com

دكتور هُو، ولغز الشيخوخة

عَبّرَ تأملاته المستغرِقة في فكرة السفر عبر الزمن، إحياءً للذكرى نصف المئوية الخاصة بمسلسل «دكتور هُو» *Doctor Who*، يتعرض أندور جافي لأحد جوانب القصة الجالفارية، وهي: تجديد الشباب (*Nature* **502**, 620–622; 2013).. فبدلًا من الموت، يمكن لأمراء العصر اختيار تجديد شبابهم (يُزعم أنها قد تصل إلى 12 مرة) حالما تَبلى أجسادهم وتُنهَك.

وبالرغم من أن السفر عبر الزمن لا يزال في عالَم من الخيال، فإن التقدم في مجال تجديد الشباب قد صار ملموسًا. والكثير من السمات المزعجة في الشيخوخة أمكن التصدي لها الآن بنجاح باستخدام التقنيات والعلوم الطبية.

لا شك في أنّ الدكتور سَيُسْدِي إلينا النصح؛ للتركيز بشكل أكبر على مَنْع التدهور، خاصةً في ظل الطفرة في متوسط الأعمار على مدى الـ50 سنة الماضية، إلى جانب التحديات المجتمعيّة والعلميّة المصاحِبة لها.

فيصل علي من جامعة مانشستر، المملكة المتحدة.
f.r.ali.01@cantab.net

جورج هِربيج

(2013-1920)

الفلكي الذي أسَّس دراسات النجوم الفَتِيّة.

أرست بحوث جورج هِربيج ـ التي امتدت لأكثر من 70 عامًا ـ الأساس الذي يقوم عليه فهمنا الحالي لولادة النجوم، ولخواص النجوم الفَتِيّة. لقد اتَّصف هِربيج بمقدرة عظيمة على تحديد الأجسام الفلكية، وتحديد موضوعات البحث التي يمكن أن تصبح عناصر مفتاحيّة في دراسة تطور النجوم المبكرة.

كان هِربيج ـ الذي تُوفِّيَ في 12 أكتوبر الماضي ـ في بدء نشأته طفلًا وحيدًا، وُلِد في ظروف متواضعة في ويلينج بغرب فرجينيا. استقر والده الخياط هناك، بعد هجرته من ألمانيا. وبعد حين من وفاة الوالد المبكرة، ارتحل هِربيج إلى لوس أنجيليس، كاليفورنيا، حيث بَنَى تليسكوبه الأول وهو دون العشرين من عمره. وشجَّع مرصد ماونت ويلسون Mount Wilson Observatory المجاور ـ الذي احتضن ما كان حينئذ أكبر تليسكوب في العالم بمرآته ذات الـ2.5 متر ـ اهتمامه المتنامي بعلم الفلك.

ومن خلال انضمامه إلى جمعية لوس أنجيليس الفلكية وهو في سن المراهقة، التقى بكثيرٍ من فلكيِّي ذلك العصر العظام، وسنحت له الفرصة لحضور مشاهدات مرصد ماونت ويلسون. وقد تحدَّث فيما بعد عن الرهبة التي شعر بها حينما نظر (من خلال شق راسم الطيف في تليسكوب الـ2.5 متر) إلى النجم العملاق «ميرا» Mira، وهو بقعة حمراء ساطعة تبدو في حالة غليان نتيجة لمرور ضوئها عبر جو الأرض المضطرب. وفي العشرين من عمره، سن ريعان الشباب، نَشَرَ أولى نتائجه العلمية المقتضبة عن أقطار النجوم.

ومن خلال أرصاد امتدت من أواخر ثلاثينات حتى أوائل أربعينات القرن العشرين، اكتشف ألفرِد جوي ـ مُرشِد هِربيج ـ فئةً متميِّزة من النجوم المتغيِّرة التي سُمِّيَت باسم نموذج نجم أوَّلي، هو «تي تاوري» T Tauri. غالبا ما تقترن هذه الأجسام بغيوم بين نَجميّة سوداء، وقد اعتُقِد في البداية أنه يمكن عزو سطوعها المتغيِّر المميَّز إلى مرورها عبر الغاز والغبار في الوسط البين نجميّ.

أصبحت نجوم «تي تاوري» موضوع أطروحة دكتوراة هِربيج في عام 1948: «دراسة النجوم المتغيِّرة في السُّدُم» *A Study of Variable Stars in Nebulosity*. وعزَّز عمله بها الإجماع المتنامي على أن هذه النجوم فَتِيَّة جدًّا، وأنّ سطوعها ليس ناجمًا عن احتراق نووي، بل عن تحرير طاقة ناجم عن انقباضها بمفعول الجاذبية. ولاحقًا للدراسات المنهجية لنجوم تي تاوري التي دامت عقودًا، جمَّع هِربيج في عام 1962 كل ما كان معروفًا حينئذ عن تلك الفئة في مقالته الشهيرة «خصائص ومشكلات نجوم تي تاوري، والأجسام ذات الصلة بها» The Properties and Problems of T Tauri Stars and Related Objects التي غدت أساس الدراسات الحديثة لتلك النجوم الفَتِيّة (G. H. Herbig *Adv. Astr. Astrophys.* **1**, 47–103; 1962).

في جزء من استقصاء هِربيج لنجوم تي تاوري، دَرَسَ منطقة من الغيوم السوداء في كوكبة سديم الجبار، حيث لاحظ أجسامًا سَديميّة صغيرة ذات أطياف غريبة. تُعرف هذه الفئة اليوم بأجسام هِربيج-هارو، وذلك نسبةً إلى هِربيج، وإلى الفلكي جويلِّرمو هارو، اللذين اكتشفاها، كلٌّ على حدة. وعلى مدى عدة عقود من الدراسة، أثبت هِربيج وزملاؤه أن أجسام هِربيج-هارو تبتعد بسرعات فوق صوتية عن نجوم حديثة الولادة، وبذلك تكون أدلة على أحداث تكوُّن نجوم جديدة.

تتَّصف نجوم تي تاوري بأنها نجوم صغيرة الكتلة، تصبح في نهاية المطاف مشابهة للشمس، أو أصغر منها. وأدرك هِربيج أنه يجب أن يكون ثمة نظراء لهذه النجوم الفتية أيضًا، بكتل تساوي عدة أضعاف كتلة الشمس. وبعد دراسات مستفيضة، نَشَرَ في عام 1960 مقالة استدلاليّة مفصَّلة، تصف اكتشاف وخصائص نجوم ذات كتلة أكبر، تُعرف اليوم بنجوم هِربيج Ae، وBe. وقد بَيَّنت أرصادٌ بتليسكوبات موضوعة على الأرض وفي الفضاء أنّ أقراصًا من الحطام يمكن أن تحيط بهذه النجوم، وأن تلك الأقراص تؤوي في بعض الحالات كواكب وأجسامًا نيزكية حديثة النشوء. ونظرًا إلى أن نجوم هِربيج هي مواقع لأصول كوكبية، فقد غدت في السنوات الأخيرة موضوعًا لدراسات معمَّقة.


KAREN TERAMURA/UNIV. HAWAII INST. FOR ASTRONOMY

لقد كان هِربيج مفتونًا بالنجوم الغريبة، مُدْرِكًا أنه نظرًا إلى أن النجوم تعيش مدة أطول كثيرًا من عمر الإنسان، فإن مراحل التطوُّر المهمة ـ إذا كانت قصيرة بقدر كاف ـ لا يمكن أن تُرى إلا نادرًا جدًّا. ففي عام 1936، ازداد سطوع نجم متغيِّر خافت، هو إف يو أوريونيس FU Orionis، مئة ضعف خلال ستة أشهر، ولم يَخْبُ بريقه منذ ذلك الوقت تقريبًا. درس هِربيج ذلك النجم وحالات مشابهة، وأدرك أن هذه الأحداث تمثِّل حلقات مهمة من أطوار الحياة الأولى لبعض النجوم. وغير وَجِلٍ من اتخاذ موقف مناوئ للاعتقاد السائد، أعلن هِربيج أن أحداث إف يو أوريونيس تمثِّل نجومًا فَتِيّة تدور بسرعة بالقرب من نقطة التفكُّك. ويعتقد معظم الفلكيين أن هذه الأحداث هي نتيجة لتسخين القرص الذي يحيط بالنجم، جاعلًا إيّاه ذاتي السطوع، إلا أن ثمة إشارات الآن إلى أنّ نموذجًا هجينًا يضم كلًّا من تلك الجوانب قد يفسِّر ما يحدث بالفعل.

عند السن الذي يتقاعد فيه معظم الناس، باشر هِربيج مع طلابه سلسلة من الدراسات الرصديّة لحشود من النجوم الفَتِيّة جدًّا، وهي مجموعات من العديد من مئات أو ألوف النجوم المولودة معًا. وقد أيَّد هِربيج فكرة أن نشوء النجوم على شكل مجموعات يستمر على مدى عدة ملايين من السنين، مع تَكَوُّن أصغرها كتلةً أولًا، إلى أنْ تدمِّر ولادةُ نجومٍ كبيرة الكتلة شديدة النشاط فجأةً غيومَ الغاز والغبار التي تُولد منها تلك النجوم، مؤدِّيَةً إلى توقُّفٍ سريع لتكوُّن المزيد منها.

لقد كان جورج المتواضع الرقيق الوديع ذا هيبة مُطَمْئِنة. وقد كان رجلًا مستقلًّا بلا منصِب، يرصد السماء منفردًا عادة، ويقوم بمعالجة وتحليل البيانات وحده عمومًا. وفي أثناء ممارسته المديدة لمهنته، شهِد تحوُّلات كبرى في القياسات وتقنياتها، من الألواح الفوتوغرافية المتحكَّم فيها بالعين المجرَّدة، إلى «كاميرات مقرونة بالشحن الكهربي» CCD المثبَّتة على تليسكوبات تتحكَّم الحواسب فيها.

إننا نمزح أحيانًا، قائلين إننا أمضينا حياتنا هدرًا. فقد كان بإمكاننا الجلوس في مقهى، في الوقت الذي يجري فيه تطوير كل تلك الأجهزة والبرامج الجديدة الرائعة، وبعد ذلك.. ننجز في بضع سنوات ما استغرقنا في عمله عمرًا بكامله. إننا بالطبع عندما ننظر إلى الوراء نتصوَّر أنّه كان هناك طريق مختصَر، كان من الممكن أنْ نسلكه عبر المسار الشاق المؤدِّي إلى المعرفة والاكتشاف. ■

بو رايبورث فلكي في جامعة هاواي، عمِل ـ على نحو وثيق ـ مع جورج هِربيج في سنواته الأخيرة.
البريد الإلكتروني: reipurth@ifa.hawaii.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

علم البيئة تغيُّر طبيعة التغذية العكسية الإيجابية والسلبية في مناطق الغابات التي غَزَتْها أعشاب غريبة **ص. 56**

ميكانيكا النبات الحيوية التراكيب المفصليّة للطحالب ـ التي تفتقد الروابط العرضية ـ تقاوِم الإنهاك **ص. 60**

أنظمة حيوية البحث فيما يجعل بعض خلايا البكتيريا وحيدًا ومتحرِّكًا؛ فلا يستقرّ، ولا يشكِّل سلاسل **ص. 61**

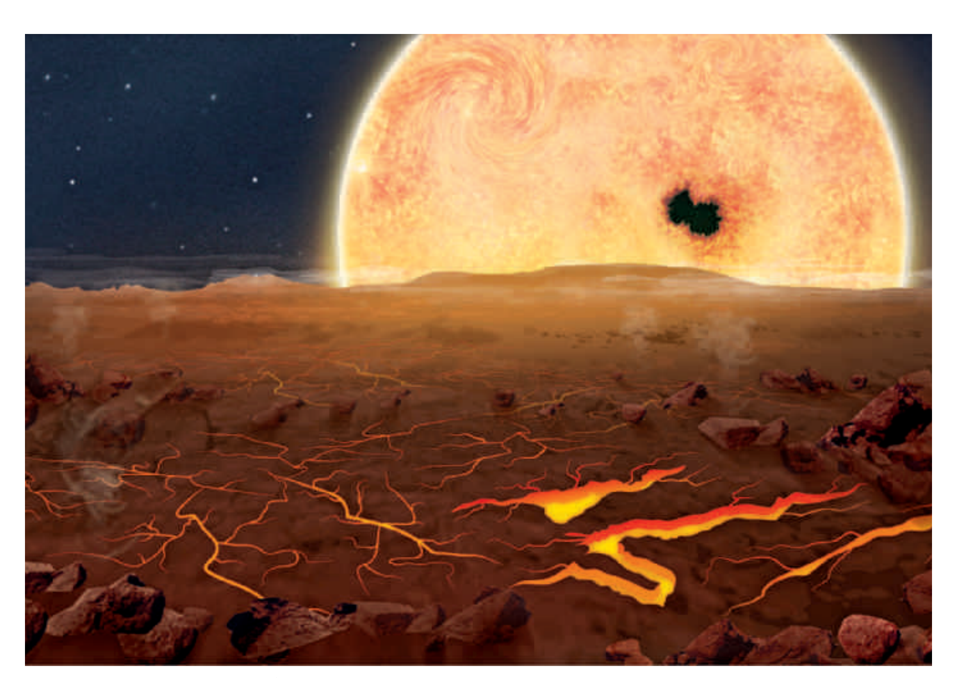
كواكب خارج المنظومة الشمسية

أرض جهنّميّـة

عالمٌ جهنّميٌّ... ذلك ما يتصف به كوكب كِبلر 78ب، الذي يدور حول نجم شبيه بالشمس، ويبعد عن سطحه المرئي مسافة تقل عن قُطْر ذلك النجم، إلا أن وجوده يُبشِّر باكتشاف وتوصيف كواكب صالحة للعيش فيها.

دريك دمينج

الهدف الرئيس لعلم الكواكب الخارجية – أي دراسة الكواكب الموجودة خارج المنظومة الشمسية – هو العثور على كواكب شبيهة بالأرض تدور حول نجوم شبيهة بالشمس وتوصيفها. وهذه مهمة شاقة لأن الأرض ضئيلة جدًا من حيث الحجم والكتلة مقارنة بالكون، ولذا.. فإن الكواكب الشبيهة بالأرض تضيع بسهولة ضمن وهج نجومها الشبيهة بالشمس. ولقد حصلت خطوة عملاقة نحو العثور على أرض أخرى عام 1995 حينما اكتُشِفت الكواكب الخارجية الأولى وهي تدور حول نجوم شبيهة بالشمس[1]، إلا أن تلك الكواكب الخارجية كانت عمالقة غازية، يهيمن عليها الهيدروجين، وهي تدور في مناطق مدارية حارة جدًّا مقارنة بالأرض. من حسن الطالع أن مركبة الفضاء كِبلر Kepler التابعة لوكالة الطيران والفضاء الأمريكية ناسا قد غيَّرت من نظرة العلماء إلى الكواكب الخارجية. وفي مقالتين في عدد 21 نوفمبر 2013 من دورية "نيتشر"، أورد هوارد وزملاؤه[2] (صفحة 381 من العدد المشار إليه) وبِيَبه وزملاؤه[3] (صفحة 377 من العدد نفسه)، كلٌّ على حدة، قياسات لكوكب خارجي، هو كِبلر 78ب، توضّح على نحو جازم أن كتلة ذلك الكوكب أكبر بـ80% من كتلة الأرض، وأن نصف قطره أكبر من نصف قطرها بـ20% فقط، أي أنه توأم واقعي للأرض بالمعايير الفلكية.



الشكل 1 | الكوكب الخارجي كِبلر 78ب. صورة لانطباعٍ فني عن الكوكب كِبلر 78ب، تبين مشهدًا من سطحه، يملأ فيه قرص نجمه المضيف معظم السماء.

JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

وقد وَجَدت المركبة كِبلر ألوفًا من الكواكب الخارجية الصخرية والجليدية التي جعلتها مداراتها تحجب دوريًّا أضواء نجومها المضيفة لها. ويُوفِّر مقدار الضوء النجمي الذي يحجب الكواكب تقديرًا لأحجامها. وقد أظهرت المركبة كِبلر أن الكواكب التي تضاهي الأرض في حجمها وفيرة في مجرتنا[4]. ورغم أن المركبة كِبلر تقيس أحجام الكواكب الخارجية بدقة بالغة، إلا أن تحديد تراكيب تلك الكواكب أمر بالغ الصعوبة. إن معرفة التركيب الإجمالي لكوكب خارجي يتطلَّب تحديد كتلته باستعمال المطياف الدوبلر فائق الدقة الذي يقيس التغيُّرات في طول موجة ضوء النجم المضيف الناجمة عن حركته الانعكاسية أثناء دوران الكوكب حوله. ومع الأسف، معظم الكواكب التي اكتشفتها المركبة كِبلر تُنتِج انزياحات دوبلر أصغر من أن تُقاس. أما فيما يخص الكوكب كِبلر 78ب، فيصف كلٌّ من هوارد وزملاؤه وبِيَبه وزملاؤه قياسات دقيقة للكتلة، مكّنتهم من الوصول إلى قيمة الكثافة الوسطى للكوكب، وهي مماثلة تقريبًا لكثافة الأرض التي تساوي 5.5 جرام للسنتيمتر المكعب.

كان قياس كتلة الكوكب كِبلر 78ب ممكنًا، نتيجةً لقربه الشديد من نجمه المضيف، وهو ما زوّد كثيرًا من استجابة النجم الدوبلرية، إلا أن ثمن تلك الزيادة في إشارة دوبلر هو بيئة جحيمية للكوكب. فمدار الكوكب يبعد عن السطح المرئي للنجم بمسافة أقل من قطر النجم، ويهيمن على المشهد من سطح كوكب كِبلر 78ب قرص النجم الملتهب الذي يملأ حوالي نصف السماء، من الأفق حتى السَّمْت الرأسي (الشكل 1). ووفقًا للفهم السائد.. فإن احتمالات الحياة في مثل هذه البيئة منعدمة. ومع ذلك.. يمثِّل الكوكب كِبلر 78ب إشارة مشجعة للبحث عن عوالم أخرى خارج المنظومة الشمسية صالحة للحياة.

تشير كثافة الكوكب إلى أنه ربما يتألَّف من الصخور والحديد، على غرار الأرض تمامًا. أما الكيفية التي أتى بها ليقع في مداره الحالي، الذي تستغرق دورته 8 ساعات ونصف الساعة، فهي غير مؤكدة. ومن أكثر الاحتمالات غرابة أنه يمثِّل النواة المتبقية من عملاق غازي متمزِّق[5]. وبغض النظر عن تاريخه منذ تكوُّنه، فهو ـ على الأغلب ـ قد تشكَّل بعملية نمو تراكميّة لقرص كوكبي أوّلي من الغاز والغبار، وبذلك يشترك في أصله مع الأرض. إنّ سمات الأرض الأخرى الكثيرة تبدو فريدة، وهو ما يثير التساؤل عن إمكانية أن نتوقَّع بشكل واقعيّ وجود عوالم مشابِهة تستضيف أنماطًا من الحياة خارج المنظومة الشمسية. إن وجود كِبلر 78ب يشي، على الأقل، بأن الكواكب الخارجية الشبيهة بالأرض من حيث التركيب ليست نادرة.

وإذا كانت الكواكب ذات التركيب المشابه الأرض ليست نادرة في مجرة درب التبانة ـ وهذا شيء يبدو معقولًا ـ فمن الممكن العثور على كوكب قريب منا بالمعايير الكونية، يتّصف بهندسة مدارية ملائمة لحجب الضوء الوارد إليه من

نجمه أثناء دورانه، وتلك سمة رئيسة تمكِّن من التوصيف. لذا.. تقوم "ناسا" حاليًا بتحضير قمر صناعي لرصد الكواكب الخارجية العابرة (تِسّ TESS) للبحث في السماء بأسرها عن كواكب خارجية ملائمة من ذلك القبيل. وفي أفضل الحالات التي عُثِر عليها، سوف نتجّه إلى قياسات الكتلة بواسطة المطياف الدوبلر، وإلى توصيف جو الكوكب الخارجي باستعمال تليسكوب جيمس وِب الفضائي (JWST) المُزمع إطلاقه في عام 2018. وكما في حالة كِبلر 78ب، سوف تتعزَّز الإنتاجية العلمية لكلٍّ من تِسّ وجيمس ويب كثيرًا باستعمال المطياف الدوبلر فائق الدقة لقياس كتل الكواكب الخارجية. وقد استمرت دقة هذه التقنية في التحسُّن، حتى إن القياسات التي كانت في الماضي مجرد أحلام ـ وبالتحديد تلك التي تتصف بدقة لسرعة الانعكاس في إطار متر في الثانية ـ قد غدت شيئًا اعتياديًّا.

وأجهزة القياس الرئيسة، التي تمكِّن من استعمال المطياف الدوبلر لمعرفة كتل الكواكب الخارجية، هي مطياف إيشيل عالي الدقة (هايرس) High Resolution Echelle Spectrometer (HIRES) الموجود في تليسكوب كِكْ[6]، الذي استعمله هوارد وزملاؤه في أرصادهم، وباحث السرعة القُطْرية عن الكواكب عالي الدقة (هاربس) High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher (HARPS) الموجود في تليسكوب الـ3.6م في المرصد الأوروبي الجنوبي في لاسيلاّ بتشيلّي[7]. لقد كان هاربس ناجحًا ـ على وجه الخصوص ـ في إجراء تلك القياسات التي تتطلب دقة عالية لأنه صُمِّم لهذا الغرض تحديدًا. وقد دخل نموذج منه، هو هاربس-ن (HARPS-N)، الخاص بنصف الكرة الشمالي، حيِّز التشغيل عام 2012 في تليسكوب جاليليو الوطني ذي الـ3.57م في مرصد راكي دي لوس موشاتشوس Roque de los Muchachos Observatory في لابالما بإسبانيا، والذي حقَّق انطلاقة مثيرة بتمكين بِيَبه وزملاؤه من قياس كتلة كِبلر 78ب.

وإذا استُعمل هاربس وهايرس مع الكواكب الأرضية الخارجية التي اكتشفها تِسّ، فإنهما سوف يوفِّران قياسات كتلة لكواكب خارجية ذات بيئة أكثر اعتدالًا من بيئة كِبلر 78ب. وبتركيز الاهتمام في نجوم صغيرة أبرد من الشمس على وجه الخصوص، يجب أن يجد تِسّ كواكب خارجية يمكن قياس كتلها بمقايضة مدار كِبلر 78ب القريب بمدارات أبعد حول نجوم أصغر تقارب مناطق مدارية، تكون الحياة فيها ممكنة. قد لا يمكن دفع تلك المقايضة إلى نقطة قياس توأم للأرض يدور مرة واحدة في السنة حول توأم للشمس، إلا أنه سوف يمكِّن فِرَق البحث العلمي في المستقبل من سبر كواكب صالحة للحياة تدور حول نجوم صغيرة. وبذلك.. يُبشِّر كِبلر 78ب بقفزات إلى الأمام في البحث عن الحياة خارج المنظومة الشمسية. ■

دريك دِمينج يعمل في قسم الفلك بجامعة ميريلاند، كوليدج بارك، ميريلاند 20742، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: ddeming@astro.umd.edu

1. Mayor, M. & Queloz, D. *Nature* **378,** 355–359 (1995).
2. Howard, A. W. *et al. Nature* **503,** 381–384 (2013).
3. Pepe, F. *et al. Nature* **503,** 377–380 (2013).
4. Fressin, F. *et al. Astrophys. J.* **766,** 81 (2013).
5. Jackson, B., Stark, C. C., Adams, E. R., Chambers, J. & Deming, D. Preprint at http://arxiv.org/abs/1308.1379 (2013).
6. Vogt, S. S. *et al. Proc. SPIE* **2198,** 362 (1994).
7. Mayor, M. *et al. ESO Messenger* **114,** 20–24 (2003).

علم البيئة

تَسَــرُّب مــن الحلقــة

إنّ تغيُّر طبيعة ردود الأفعال الإيجابية والسلبية في مناطق الغابات التي غزتها أعشاب غريبة يسلِّط الضوء على مدى تعقُّد إدارة النظم الطبيعية.

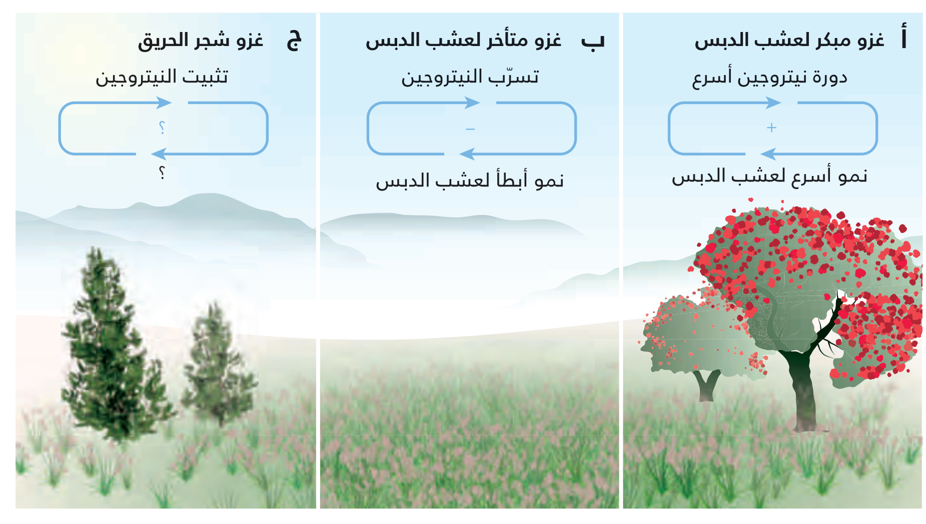
كاثرين ن. سَدِنج

عادةً ما تمثِّل ردود الأفعال الإيجابية أمرًا يسعى معظمنا إلى الحصول عليه.. فهو إشارة من الآخرين إلى أننا قمنا بعمل جيد. وفي نظرية النُّظُم، لا تحمل ردود الأفعال الإيجابية دلالات جيدة بالضرورة، فكلمات الإطراء قد لا تؤدي إلى الأفضل. إن ردود الأفعال الإيجابية بالنسبة إلى نظام ما ـ سواء أكان ميكانيكيًّا، أم اقتصاديًّا، أم اجتماعيًّا، أم بيئيًّا ـ تشير ببساطة إلى حالة الدعم الذاتي، محدثة لتغيير سريع متضخم[1]. وعلى سبيل المثال.. يتعاظم الصوت الصادر عن ميكروفون بسرعة، إذا ما وُضع بالقرب من مكبِّر صوت، كذلك بقرة مذعورة واحدة تؤدي إلى حالة اندفاع جماعي لدى قطيعها كله. في العدد الصادر في 28 نوفمبر الماضي من مجلة *Nature*، يصف بِلِينِك ودأنطونيو[2] آلية ردود أفعال كهذه، حيث يغيِّر أحد أنواع النباتات الغازية البيئة لمصلحته الخاصة؛ ليزيد من وفرته ويعزِّز من توغله الذاتيّ.

أثبتت أنواع النباتات الغريبة أنها تغيّر العديد من مظاهر النظام البيئي الذي تغزوه، بما في ذلك الديناميكيات ذات الصلة بالاضطرابات، ودورة المياه، والمغذِّيات[3]. وعندما تعزِّز تأثيرات كهذه هيمنة الغازي أو تحافظ عليها، تتشكل حلقة من ردود الأفعال الإيجابية. ويأتينا مثال من مواقع في هاواي، ففي ستينات القرن الماضي، تعرّضت الأراضي المشجّرة التي تهيمن عليها أشجار اللهوَع المحلّية *Metrosideros polymorpha* لغزو من عُشبة الدِبس الغريبة *Melinis minutiflora*. وكان العمل في هذه المواقع في التسعينات من أوائل الأعمال التي أظهرت تعزّز الغزو بسبب ردودالإيجابية أو - في هذه الحالة - بسبب رَدّي فعلين متّصلَين.. الأول، هو أن أعشاب الدِبس غذّت اشتعال الحرائق التي قتلت أشجار اللهوَع؛ فأدى عدم وجود الأشجار إلى نمو المزيد من الأعشاب، مما غذّى مزيدًا من الحرائق[4]. الثاني، هو أن أعشاب الدِبس سرّعت معدلات دورات النيتروجين، فأدت زيادة النيتروجين في التربة إلى نمو المزيد من منها[5]. وبوجودهما معًا، ساعد رَدًّا الفعلين على تحويل غابات اللهوَع إلى مزارع لعشب الدِبس بامتداد هاواي[6].

وإحدى خصائص ردود الأفعال الإيجابية، التي غالبًا ما يتم تجاهلها، هي حقيقة أنها لا يمكن أن تستمر إلى الأبد. يعمل أي نظام محاصر في حلقة إيجابية على تدمير نفسه، بدون الالتفات إليه. وعلى سبيل المثال.. التفاعل الكيميائي الذي يعتمد على درجة الحرارة ينتج حرارة وينفجر. وهناك مثال أكثر شيوعًا: يمكن تحرّي ردود الفعل الإيجابية عن طريق تطوير ردود فعل سلبية؛ مما يؤدي إلى تصحيح ذاتي.. فعندما نشعر بالحرارة الشديدة مثلًا، فإننا نتعرّق؛ فنشعر بالبرودة.

في دراسة هي الأولى من نوعها، أعاد بِلِينِك ودأنطونيو النظر في المواقع التي تعرضت للغزو العشبي في هاواي ليتحققا مما إذا كانت ردود الأفعال الإيجابية السابقة



الشكل 1 | المسار الزمني لردود الفعل. أ. أدى غزو العشب الدِبس الغريب لغابات شجر اللهوَع في هاواي إلى تسريع دورات النيتروجين، مما خلق ردود فعل إيجابية؛ عزّزت نمو العشب. **ب.** يظهر بِلِينِك ودأنطونيو[2] أن تسرُّب النيتروجين من المزارع التي تعرضت للغزو قد أحدث ردود فعل سلبية؛ سبَّبت إبطاء الغزو العشبي. **ج.** تشير التجارب التي يقوم بها الباحثان إلى أن ردود الفعل السلبية هذه تتيح فيما بعد غزو أنواع أخرى غريبة، مثل شجرة الحريق، والشجرة المثبتة للنيتروجين. وإضافة النيتروجين إلى التربة عن طريق التثبيت قد تفتح الباب لتكرار دورة الغزو العشبي، أو قد تشكِّل فرصة لإحياء نوع ما.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخاصة بالنيتروجين قد تغيرت مع مرور الوقت، أم لا. وبدراسة عدة مواقع في حديقة البراكين الوطنية بهاواي، وجدا أنها قد تغيرت بالأفعال.. فقد حدث تسرب للنيتروجين في مزارع عشب الدِبس، وتراجعت معدلات دورة النيتروجين التي كانت سريعة فيما مضى إلى المعدلات السابقة للغزو. (الشكل 1).

وكما هو حال الأعشاب التي تنمو بسرعة، تنتج أعشاب الدِبس كميات وفيرة (كثيرًا ما تزيد على ألفي جرام لكل متر مربع) من الأوراق الغنية نسبيًّا بالنيتروجين. ومع اقتراب فصل الشتاء، تموت هذه الأوراق وتتحلل في التربة. بعدئذ، يتحلل نيتروجين الأوراق ليظهر بالأشكال غير العضوية المتاحة للنبات، ليغذّي نمو المزيد من العشب. ربما حدث التسرّب بسبب أمطار فصل الشتاء التي يمكنها شطف النيتروجين خارج منطقة الجذور في التربة قبل أن تبدأ النباتات في النمو من جديد. إن غياب التوافق بين إطلاق النيتروجين واستهلاكه أدى إلى حدوث حلقة من ردود الأفعال السلبية.. فمع الازدياد التدريجي لتسرّب النيتروجين من النظام، أصبح نمو الأعشاب الغريبة أكثر محدودية بسبب النيتروجين؛ فتباطأت معدّلات الغزو.

ويمكن النظر إلى نشوء ردود الأفعال السلبية التي تسبِّب إبطاء الغزو كخبرٍ سارّ لحماية الأنواع، لكن تراجُع الغازي ليس سوى نصف المعركة.. فانتعاش الأنواع المحليّة أمر ضروري أيضًا. ولتقييم هذا، زرع يِلينِك ودأنطونيو مزيجًا من الأنواع المحليّة والغريبة، وعَمَدَا بعدئذ إلى محاكاة مراحل مختلفة من الغزو، مُضِيفَيْن النيتروجين لمحاكاة التغذية العكسية الإيجابية الأوّلية للتربة، ومُزِيلَيْن الغازي لمحاكاة تراجعه. وبرز نوعان استفادا إلى أقصى حد من انخفاض مستوى النيتروجين، ومن خلوّ البيئة من الأعشاب الغازية: سنط هاواي المحلي *Acacia koa*، وشجرة الحريق العجيبة *Morella faya*. وتحتوي جذور الشجرتين على بكتيريا تتمكن من تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي.

ومن سوء حظ حماية الأنواع، أنه عندما ذهب المؤلفان لمعرفة أي الأنواع تمكّنت في الواقع من استعمار مواقع العشبة الغريبة بعد تراجُع عشب الدِبس، وجدا أشجار الحريق فقط (الشكل 1). وهذا الأمر مثير للقلق، لأنه يشير إلى أن ردود الأفعال الإيجابية التي بدأها أحد الغزاة قد غيّرت تنظيم النظام، وربما تكون قد نقلته إلى حالة جديدة[7]، ومهّدت الطريق لقدوم غازٍ آخر.

ومع ذلك.. تبقى حلول الإحياء ممكنة. يفترض يِلينِك ودأنطونيو أن أشجار السنط المحلية يجب أن تكون قادرة على تثبيت وجودها في الأراضي العشبية الغريبة الآخذة في الانحسار، إلا أن بذورها الثقيلة لا تتمكن من الوصول إلى هناك. وعلى النقيض، فإن بذور شجرة الحريق تنثرها الطيور، لذا.. يكسب هذا النوع بسهولة سباق الانتشار. ورُغم ذلك.. يمكن تعديل السباق بغرس بذور سنط هاواي في مزارع العشبة الغريبة، إذ يرجّح أن تنمو بشكل جيد. والسؤال الذي يبرز الآن هو عمّا إذا كانت إضافة النيتروجين إلى التربة عن طريق تثبيت الأشجار له ستعيد ترتيب النظام وتتيح تكرار دورة الغزو العشبي، أم لا. وإذا كان الأمر كذلك، فقد تمثل دورة ردود الأفعال السلبية فرصة لاستمرار تراجع وفرة الأعشاب الغريبة إلى أن تنخفض كمية العشب المطلوبة لإحداث الحرائق في المناطق حديثة التشجير، وبالتالي تقلل عودة ردود الأفعال الإيجابية الأولى.

تؤمِّن ردود الأفعال الإيجابية مصادر النمو والانفجار والتآكل والانهيار[8]، ولذا.. ستستمر في تحدي أساليبنا لحماية واستعادة الأنواع. تُسلِّط دراسة يِلينِك ودأنطونيو الضوء على ضرورة فهم كيفية تغيّر آليات ردود الأفعال، وكيف تؤثر هذه التغيّرات على بقاء الأنواع. وعلى الرغم من أننا لن نتمكن أبدًا من تفادي المفاجآت، سيقول لنا هذا المنظور الجديد أين ومتى قد يكون تدخُّلنا في النظم أفضل للاستفادة من ديناميكيّاتها المتغيرة. ■

كاثرين ن. سَدنج من قسم علوم وسياسات وإدارة البيئة بجامعة كاليفورنيا بيركلي، بيركلي، كاليفورنيا 94720، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: suding@berkeley.edu

1. Scheffer, M. *Critical Transitions in Nature and Society* (Princeton Univ. Press, 2009).
2. Yelenik, S. G. & D'Antonio, C. M. *Nature* **503,** 517–520 (2013).
3. Ehrenfeld, J. G. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **41,** 59–80 (2010).
4. D'Antonio, C. M. & Vitousek, P. M. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **23,** 63–87 (1992).
5. Mack, M. C. & D'Antonio, C. M. *Ecol. Appl.* **13,** 154–166 (2003).
6. D'Antonio, C. M., Hughes, R. F. & Tunison, J. T. *Ecol. Appl.* **21,** 1617–1628 (2011).
7. Suding, K. N. & Hobbs, R. J. *Trends Ecol. Evol.* **24,** 271–279 (2009).
8. Meadows, D. H. *Thinking in Systems: A Primer* (Chelsea Green, 2008).

الفيزياء التطبيقية

سلوك عشوائي لِلِيزَر تَسَلْسُلِي

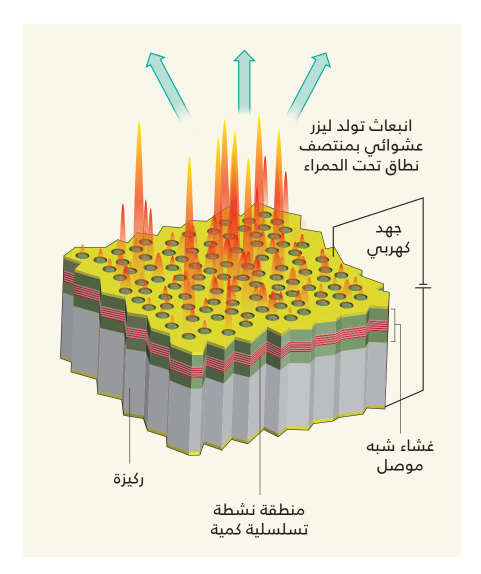
مصفوفة عشوائية من الثقوب، محفورة في بنية شبه موصلة، مكوَّنة من سلسلة طبقات رقيقة متكررة، انبعث منها إشعاع ليزر بمنتصف نطاق الأشعة تحت الحمراء. إنّ جهازًا كهذا.. ستكون له تطبيقات في الاستشعار والتصوير.

هُوي كاو، وستافورد دبليو. شيهان

بعد 53 سنة من اكتشافه على يد ثيودور ميمان[1]، أصبح الليزر الآن موجودًا في كل أركان حياتنا اليومية. فنحن نستخدمه عند آلات الخروج من المتاجر، وفي قراءة أقراص الفيديو الرقمية (DVDs) والكتابة عليها، وحتى بمجرد الإبحار عبر شبكة الإنترنت (من خلال أنظمة اتصال الألياف البصرية). كذلك، هناك استخدامات واسعة لليزر في التجهيزات الصناعية والمستشفيات. وعلى مر السنين، طوّر العلماء والمهندسون أنواع ليزر عديدة باستخدام مواد مختلفة لتطبيقات متنوعة. ورغم التطور الهائل في تقنيات الليزر، ما زال من المفاجآت السارة أن نحيط بتطورات جديدة قد تمهِّد الطريق لتطبيقات أكثر تقدمًا. وأحد أمثلة ذلك فئة ليزر خاصة: ليزر عشوائي يعمل في منتصف نطاق الأشعة تحت الحمراء، أورده ليانج وزملاؤه[2] مؤخرًا بدوريّة «المواد المتقدمة» Advanced Materials.

يتألف الليزر من مكونَين أساسيَّين: وسيط للكسب (التضخيم)، وهو مادة انبعاث وتضخيم الضوء؛ وفجوة بصرية، أي شَرَك لاصطياد الضوء مؤقتًا؛ لجعل التضخيم فعالًا. تتكون أبسط فجوة ليزر بصرية من مرآتين متقابلتين، إحداهما عاكسة بشدة، والأخرى ناقلة جزئيًّا، وبينهما وسيط الكسب. ينعكس الضوء جيئة وذهابًا بين المرآتين، وكلما مر خلال وسيط الكسب يتضخم، حتى يخرج من خلال المرآة الناقلة جزئيًّا. وعتبة إنتاج الليزر، اللازمة لانبعاث ضوء الليزر، يُتوصَّل إليها عندما يكافئ تضخيم الضوء، الذي يُحدثه وسيط الكسب فقدان الضوء من المرآتين.

وبخلاف الليزر التقليدي، يستخدم الليزر العشوائي بنية مختلطة جدًّا لاصطياد الضوء[3,4]، رغم أنها قد تبدو غير متوافقة مع الليزر. ويشيع وجود المواد المختلطة في حياتنا اليومية، منها على سبيل المثال.. اللبن، ومعجون الأسنان، والورق، والسُّحب، وتتكون جميعها من حبيبات أو قطيرات صغيرة تشتت الضوء. فعندما تصطدم موجة ضوء بحُبيبة؛ يتغير اتجاه سيرها عشوائيًّا، وتسمى الحُبَيْبَة مركز تشتُّت. وبعد انتشارها أبعد، ستصطدم موجة الضوء بمركز تشتُّت آخر؛ وتغيِّر اتجاهها مرة أخرى. في منظومة مكوّنة من مراكز تشتت بالآلاف، ستتشتَّت موجة الضوء مرات كثيرة؛ ليصبح مسارها بالكامل عشوائيًّا. يزيد التشتت المتعدد على هذا النحو من طول مسار الضوء، مما يزيد بدوره فترة وجود الضوء في بنية مختلطة. وإذا احتوى وسيط الكسب على جزيئات صبغة بين مراكز التشتت، سيتعزز تضخيم الضوء بواسطة التشتت المتعدد، ويمكن أن يتولد ليزر.



الشكل 1 | جهاز توليد ليزر عشوائي عند منتصف نطاق الأشعة تحت الحمراء بالضخ الكهربي. صنع ليانج وزملاؤه[2] مصفوفة من الثقوب المفتوحة للهواء في غشاء شبه موصل فوق ركيزة. وعندما يُطبَّق على هذا الجهاز جهد كهربي خارجي بين قطبين كهربيين من الذهب، تحقن الإلكترونات من القطب الأعلى إلى منطقة التسلسل الكمي النشطة بالغشاء، الذي ينبعث منه الضوء ويضخمه تباعًا. يتشتت ذلك الضوء بواسطة الثقوب الهوائية، قافزًا من ثقب إلى آخر، قبل الإفلات رأسيًّا أو جانبيًّا. وتشتُّت الضوء المتكرر وتداخله يحتجزه مؤقتًا داخل المنطقة النشطة؛ مما يعزز تضخيم الضوء. وعندما يتكافأ تسرب الضوء وامتصاصه بفعل التضخيم؛ يتولد الليزر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ومنذ الأعمال البحثية الرائدة لكل من نيكولاي باسوف[5]، وفلاديلن ليتوكوف[6] في الستينات من القرن الماضي، أظهرت دراسات واسعة[3،4] أن توليد الليزر عشوائيًّا ظاهرة تنطبق على منظومات عديدة، منها المساحيق، والغرويات، والبوليمرات، والألياف، بل والأنسجة الحيوية. يتراوح نطاق ترددات توليد الليزر بين قرب فوق البنفسجية، وقرب تحت الحمراء، إلا أن هناك عائقًا رئيسًا لتطبيق الليزرات العشوائية، وهو المصدر الباهظ المطلوب لضخ الطاقة إلى وسيط الكسب، بحيث يستطيع تضخيم الضوء. وهناك تصميمان لضخ الطاقة: أحدهما بصري، ينخرط في امتصاص الضوء من مصدر آخر (يكون عادة ليزر بتردد مختلف)؛ والآخر كهربي، مثل حقن تيار كهربي من بطارية. والتصميم الثاني أرخص كثيرًا، وأيسر استخدامًا لتطبيقات عدة، إلا أن معظم الليزرات العشوائية تضخ طاقتها بصريًّا.

يمثِّل عمل ليانج وزملائه تقدمًا رئيسًا في تقنية الليزر العشوائي، إذ دفع الباحثون بتردد توليد الليزر إلى منتصف تحت الحمراء، وأنجزوا ضخ الطاقة كهربيًّا. ولتحقيق هذا، حفر الفريق مصفوفة عشوائية من الثقوب الهوائية في غشاء شبه موصِّل (الشكل 1). والضوء المنتشر عبر الغشاء يتشتت من ثقبٍ إلى آخر، ليغيِّر اتجاهه عشوائيًّا عند كل ثقب. وإذا أردنا تشبيهًا شائعًا لهذا السلوك العشوائي، فهو كشخص ثَمِل يتجول في غابة، ويغيِّر اتجاهه كلما صادف شجرة. ونظرًا إلى أن هذه البِنْيَة (التركيبة) مصنَّعة بواسطة الطباعة الحجرية والحفر الكيميائي، فإن أقطار الثقوب ومواضعها وكثافتها يمكن تحديدها بدقة، بما يتيح السيطرة المحكمة على قوة التشتت. وعندما تكون قوة التشتت كافية؛ يتولد الليزر العشوائي. وتقلّ عتبة توليد الليزر بزيادة كثافة الثقوب الهوائية، لأن زيادة الثقوب تساعد على اصطياد الضوء بكفاءة أعلى.

ولخَفْض طول موجة توليد الليزر إلى 10 مايكرومترات، استخدم ليانج وزملاؤه ليزرًا تسلسليًّا كميًّا، وهو أساسًا جهاز يضخِّم الضوء بقوة عند منتصف تحت الحمراء بالضخ الكهربي[7]. يتكون الغشاء من سلسلة طبقات رقيقة متكررة من أشباه موصلات مُرَكَّبة. وعندما يُطبَّق عليها جهد كهربي خارجي، يكون تمثيل مستويات طاقة الإلكترونات في هذه الطبقات شبيهًا بالسُّلَم. وبمجرد أن يكون الإلكترون بأعلى السلم، يبدأ بالتدرج (النزول) إلى أسفل؛ مُطْلِقًا فوتونًا مع كل درجة يهبطها. وتردُّد انبعاث الليزر التسلسلي الكَمِّي يحدده هبوط مستوى الطاقة عند كل درجة، وهو ما يمكن ضبطه بتغيير سُمْك الطبقة.

إنّ ليزر ليانج وزملائه العشوائي التسلسلي الكمي يبعث الآمال في تطبيقات تصوير جديدة.. فكثير من الجزيئات الكيميائية الحيوية لها بصمات طيفية في نطاق منتصف تحت الحمراء، وهي سمة يمكن استخدامها في تطبيقات الاستشعار والتصوير، كما في تعقب آثار الغاز؛ للسيطرة على التلوث والرصد البيئي؛ وتشخيص منظومات الاحتراق؛ والتشخيص الطبي (مثل تحليل الزفير). والسمة الحاسمة لمنظومات الليزر العشوائية هي سهولة ضبط الاتساق المكاني لانبعاث ليزرها[8]. والاتساق المكاني يصف الارتباط بين الموجات عند مختلف النقاط في الفضاء: لمعان ضوء الشمس خلال السُّحُب منخفض الاتساق المكاني، بينما ضوء النجوم في سماء الليل له اتساق مكاني مرتفع. والاتساق المكاني المنخفض مرغوب للتصوير المتوازي، لأن الضوء الذي ينير مختلف المواقع المكانية غير مترابط، وبالتالي يمكن تجنب مؤثرات الاتساق، كالتشويش والبُقع (أنماط حبيبية عشوائية)[9].

ولإنتاج انبعاث منخفض الاتساق المكاني، ينبغي لليزر العشوائي أن تكون له حالات كثيرة (موجات متذبذبة) تولد الليزر تزامنيًّا[8]، لكن ليزر ليانج وزملائه يدعم عددًا محدودًا فقط من حالات توليد الليزر العشوائي، وبذلك يبقى اتساقه المكاني عاليًا، رغم أن هذا لم يتم قياسه. والزيادة الإضافية في قوة تشتت الليزر قد تسبب حالاتٍ أكثر لتوليد الليزر، وبهذه الطريقة ينخفض الاتساق المكاني للانبعاث. ولأنّ انبعاث الليزر العشوائي ليس اتجاهيًّا، ينبغي في هذه الحالة تطوير مخطط ذكي؛ لأجل جمع الانبعاث الإجمالي بكفاءة.

وبالنظر إلى المستقبل، هذه الطريقة في إنتاج ليزرات منتصف تحت الحمراء العشوائية يمكن مدّ نطاق تردداتها إلى تتراهيرتز (1210 هيرتز). وفي الواقع، أجهزة الليزر المعروفة بالليزرات التسلسلية الكمية موزَّعة التغذية وشبه الدورية والعاملة في نطاق التتراهيرتز، لم يتم بناؤها إلا منذ ثلاث سنوات[10]. ومواد التغليف الشائعة كالورق المقوّى (الكرتون) واللدائن (البلاستيك) شفافة بالنسبة لإشعاع ترددات التتراهيرتز، مما يجعله مفيدًا لتفتيش الصناديق والمغلفات، وضبط الجودة، والاختبارات غير الإتلافية[7]. إنّ مزيجًا من الاتساق المكاني المنخفض والإشعاع المرتفع سيجعل ليزر التتراهيرتز العشوائي مناسبًا لتطبيقات معينة، كالتفتيش المتوازي عالي السرعة. ■

هوي كاو، و**ستافورد دبليو. شيهان** يعملان بقسم الفيزياء التطبيقية، جامعة ييل، نيوهيفن، كونِّتيكت، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: hui.cao@yale.edu

1. Maiman, T. H. *Nature* **187,** 493–494 (1960).
2. Liang, H. K. *et al. Adv. Mater.* http://dx.doi.org/10.1002/adma.201303122 (2013).
3. Cao, H. *Prog. Opt.* **45,** 317–370 (2003).
4. Wiersma, D. S. *Nature Phys.* **4,** 359–367 (2008).
5. Ambartsumyan, R. V., Basov, N. G., Kryukov, P. G. & Letokhov, V. S. *IEEE J. Quantum Electron.* **2,** 442–446 (1966).
6. Letokhov, V. S. *Sov. Phys. JETP* **26,** 1246–1251 (1968).
7. Gmachl, C., Capasso, F., Sivco, D. L. & Cho, A. Y. *Rep. Prog. Phys.* **64,** 1533–1601 (2001).
8. Redding, B., Choma, M. A. & Cao, H. *Opt. Lett.* **36,** 3404–3406 (2011).
9. Redding, B., Choma, M. A. & Cao, H. *Nature Photon.* **6,** 355–359 (2012).
10. Mahler, L. *et al. Nature Photon.* **4,** 165–169 (2010).

فيروس العوز المناعي البشري

الأجسام المضادة تدفعنا إلى البحث عن علاج

أسفرت جهود لإنتاج لقاح وقائي لفيروس العوز المناعي البشري عن تحديد أجسام مضادة وحيدة النسيلة، بإمكانها تثبيط عملية تضاعف/ تكاثر الفيروسات بصورة فعالة. وتُظْهِر الأبحاث المجراة على القردة أن تلك الأجسام المضادة بإمكانها معالجة عدوى فيروس العوز المناعي البشري.

لويس ج. بيكر، وستيفن ج. ديكس.

يُعَدّ النجاح فى عزل وتوصيف أجسام مضادة جديدة من مرضى فيروس العوز المناعي البشري واحدًا من أهم الاكتشافات التى قام بها المجتمع البحثى القائم على تطوير لقاح لفيروس العوز المناعي، لما له من قدرة استثنائية على معادلة أغلب أنواع/ سلالات الفيروس[1،2] المنتشرة. وتتضمن آلية عمل تلك الأجسام المضادة التعرف على تراكيب محفوظة تطوريًّا ومحددة وظيفيًّا بغلاف فيروس العوز المناعي، والارتباط بها. تلك الأجسام المضادة غير العادية قد أعادت تنشيط الجهود الرامية إلى تطوير لقاح وقائي لهذا الفيروس، قائم على أساس استخدامها، وذلك عن طريق تحديد استجابات بشرية فعالة للأجسام المضادة، وتوفير "خريطة" للهندسة العكسية للقاحات التي تسير على الآلية ذاتها لتلك الاستجابات.

ولأن تلك الأجسام المضادة تنتج نادرًا، حيث لا تظهر إلا بعد مرور سنوات من الإصابة بفيروس العوز المناعي البشري، وتتميز بدرجة عالية من الطفرات[1،2]، فإنه لا يبدو أن تلك المهمة سيتم إنجازها فى القريب العاجل. وهذا لا يعنى بالضرورة أن تحال الفائدة العلاجية لتلك الأجسام المضادة إلى المستقبل البعيد. وعلى العكس من ذلك.. يوضح اثنان من الأبحاث المنشورة حول هذا الموضوع (Barouch *et al*[3], Shingai *et al.*[4]) أن خليط تلك الأجسام المضادة يمكن أن يقلِّل من مستويات الفيروس بشكل كبير فى قردة ريسس (*rhesus macaque*) ذات الإصابة المزمنة، مما يعطى بعض الأمل فى أن تكون تلك السياسة العلاجية فعّالة فى البشر.

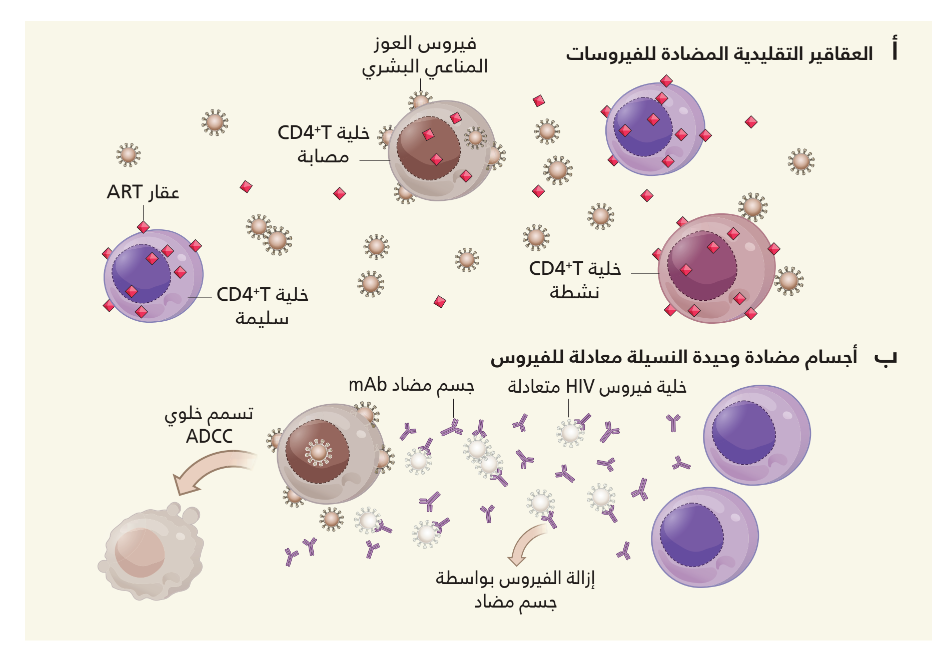
قامت تلك المجموعتان البحثيتان بدراسة قدرة العديد من "الأجسام البشرية المضادة وحيدة النسيلة" mAbs، المعادلة لفيروس العوز المناعي، على تثبيط الفيريميا Viraemia ـ وهو مصطلح يصف نسبة وجود فيروس ما فى تيار الدم ـ فى قردة الريسس المصابة إصابة مزمنة بفيروس SHIV، وهو فيروس مهجَّن شبيه بالفيروس البشري؛ ويسبب متلازمة نقص المناعة، ويستخدم غلاف فيروس العوز المناعي البشري للنفاذ إلى داخل الخلايا. كانت نتائج المجموعتين متسقة بشكل ملحوظ، فقد أدى إعطاء خليط من اثنين أو أكثر من الأجسام المضادة وحيدة النسيلة (موجهين ناحية منطقتين تركيبتين مختلفتين، وهما مكانا ارتباط البروتين CD4، والجلايكانات V3-loop/N332) إلى تثبيط انتشار الفيروس في الدم بشدة، إلى الحد الذي يصعب معه اكتشاف الفيروس. استمر هذا التأثير المثبط لأسابيع، مع المحافظة على مستويات الأجسام المضادة وحيدة النسيلة ثابتة. وبالإضافة إلى ذلك.. لم يتم العثور على طفرات مرتبطة بمقاومة هذا التأثير المعادل للأجسام المضادة وحيدة النسيلة في الفيروس، التى انتعشت بعد انخفاض مستويات الأجسام المضادة وحيدة النسيلة. ومن الجدير بالملاحظة أن واحدًا من تلك الأجسام، كما أوضح باروخ وزملاؤه، وهو الجسم المضاد وحيد النسيلة[5]

"PGT121 المعتمد على الجلايكان N332" كان قادرًا على توفير تأثير مثبِط طويل المفعول عند استخدامه بمفرده.

وبالنظر إلى أن "العلاجات الحالية المضادة للفيروسات (ART)، التي تعتمد على جزيئات صغيرة فعالة تستهدف مراحل مختلفة من دورة حياة فيروس العوز المناعي البشري، ويمكن إعطاؤها عن طريق الفم، في حين أن الأجسام المضادة يجب أن تحقن، فلماذا إذًا الاهتمام بتلك الطريقة؟ تكمن الإجابة في آليّات التثبيط الفيروسي المختلفة للعلاجات المضادة للفيروسات المعتادة في مقابل تلك الأجسام المضادة وحيدة النسيلة ذات التأثير المعادل. والعلاجات الحالية المضادة للفيروسات تمنع الفيروس من الانتشار من خلية مصابة إلى الدورة التالية من الخلايا المستهدفة، لكنها لا تقوم مباشرة بالقضاء على الخلايا المصابة نفسها، ولا تثبط من قدرتها على إنتاج فيروسات جديدة[6] (الشكل 1أ). وفي غياب انتشار الفيروس، فإن إنتاج الفيروس يقل نتيجةً لموت الخلية المصابة، إما بمهاجمة الجهاز المناعي لها، أو عن طريق موت الخلايا المبرمج، لكن بعض الخلايا المصابة تظل حية، وتنتج فيروسات جديدة إلى ما لا نهاية. ذلك المخزون من الخلايا المنتجة للفيروسات ـ على ندرته وثباته ـ هو مصدر الفيروسات التي تظهر وتنتعش مرة أخرى حين يتوقف الناس عن تناول العلاج المضاد للفيروسات، ومن المحتمل أن يكون له دور في حالات الالتهاب الحاد والعطب المناعي (والحالات المرضية المصاحبة) عند مَنْ يتعاطون الأدوية المضادة للفيروسات[7,8].

قد يمنع العلاج باستخدام الأجسام المضادة وحيدة النسيلة ـ مثله مثل الأدوية المضادة للفيروسات ـ انتشار الفيروس، وهو بلا شك السبب وراء القسم الأكبر من نشاط تلك الأجسام، الذي لوحظ في الدراستين سالفتي الذكر. ومع ذلك.. فإن الأجسام المضادة وحيدة النسيلة لها وظائف جوهرية فعالة، لا تسهل فقط الإزالة السريعة لجسيمات الفيروس التي تنتجها الخلايا المصابة بالتبعية، لكنها تسرع أيضًا من معدل القضاء على تلك الخلايا المنتجة للفيروسات، عن طريق إما تسمم الخلايا بواسطة خلايا المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة، أو التحلل المعتمد على البروتينات المتممة أو التبلعم (شكل 1ب). وعلى الرغم من أنّ أيًّا من تلك العمليات لم يتم ذكرها مباشرة في أي من البحثين الجديدين، إلا أن دراسة باروخ وزملائه تُظهر إزالة أسرع للفيروسات من تيار الدم في القردة التي تم إعطاؤها الأجسام المضادة وحيدة النسيلة، إذا ما تمت مقارنتها بتلك في البشر الذين يعالَجون بواسطة الأدوية التقليدية المضادة للفيروسات. وتقدِّم مجموعة باروخ أيضًا دليلًا ملموسًا على انخفاض مستويات الحمض النووي البشري المرتبط بالخلايا، الخاص بفيروس العوز المناعي البشري (وهي طريقة لقياس عدد الخلايا المصابة)، وعلى التحسن الوظيفي لخلايا $CD8^+$ T التي يستهدفها فيروس SHIV (وهي خلايا مناعية مسؤولة عن مهاجمة الفيروسات) في الحيوانات المعالجة بالأجسام المضادة وحيدة النسيلة. وربما من المثير أكثر للاهتمام أنّ باروخ وزملاءه يشيرون إلى أن نقاط التوازن للحمل الفيروسي ـ المستوى المستقر لانتشار الفيروس في الدم، الذي يتم الوصول إليه عند حدوث توازن بين معدل تضاعف الفيروس والجهاز المناعي ـ في الحيوانات بعد توقف العلاج، كانت أقل دائمًا بعد العلاج منه قبل العلاج، مما يدعو إلى الاعتقاد بأن العلاج بالأجسام المضادة وحيدة النسيلة قد حَسَّنَ من الاستجابة المناعية المضادة للفيروسات.

وهناك عدة محاذير يجب ذكرها من هذه النتائج المثيرة. أحدها، هو التنوع الهائل في نواتج التفاعلات الدوائية من حيوان إلى آخر، التي سوف يكون من الواجب دراستها، إذا ما



الشكل 1 | الاختلافات بين العلاج التقليدي المضاد للفيروسات والعلاج بالأجسام المضادة وحيدة النسيلة. أ. العلاج التقليدي المضاد للفيروسات (ART) يتكون من تشكيلة من العقاقير صغيرة الجزيئات، التي تعمل على مواقع متنوعة من الخلية؛ فتحمي خلايا $CD4^+$ T غير المصابة، المستهدفة من قِبَل فيروس العوز المناعي البشري، عن طريق تثبيط ولوج الفيروس إلى داخل الخلية، أو التثبيط الوظيفي للفيروس بعد وُلُوجه، ولكنّ هذا العلاج لا يؤثر على إنتاج الفيروسات من الخلايا المصابة بالفعل، ولا يزيل جسيمات الفيروس من تيار الدم. والخلايا المستمرة في إنتاج الفيروسات، والفيروسات الحرة السائرة في الدم تستطيع أن تبدأ إصابة جديدة إذا تَوَقَّف استخدام العلاج. ويمكن أيضًا للفيروسات الحرة أن تنشِّط الخلايا؛ فتخلق بذلك بيئة التهاب مزمن. **ب.** الأجسام المضادة وحيدة النسيلة (mAb) التي ترتبط ببروتينات الغلاف الفيروسي وتثبطها؛ فتعادل بذلك الفيروس بشكل فعال، وبالتالي تمنع انتشار الإصابة. تلك الأجسام المضادة أيضًا قد تكون لها فائدة إضافية في تسهيل إزالة جسيمات الفيروس من الدم، والقضاء على الخلايا المنتجة للفيروسات، عن طريق آليّات معتمِدة على الأجسام المضادة، وتحديدًا.. التسمم الخلوي بواسطة خلايا المناعة المعتمِدة على الأجسام المضادة (ADCC)؛ مما يؤدي إلى تقليل مخزون الفيروسات الكامنة؛ ويمنع بالتالي النشاط المناعي الموضعي.

تم تفعيل سياسة علاجية طويلة الأمد لتلك الأجسام المضادة على البشر. هناك أيضًا القابلية العالية للتطفر لفيروس العوز المناعي البشري، التي تعني إنتاج بروتينات مختلفة بشكل طفيف على أسطح الأغلفة الفيروسية لسلالات الفيروس، سواء داخل الفرد الواحد، أم بين الجماعات وبعضها، مما يجعل من المحتمل أن يحمل بعض البشر فيروسات مقاومة لواحد أو أكثر من الأجسام المضادة وحيدة النسيلة المستخدمة في العلاج. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن مقدرة الأجسام المضادة على عبور الحاجز الدموي الدماغي، وتثبيط تضاعف الفيروس في الجهاز العصبي المركزي تظل محل تساؤل. وأخيرًا، فإنه من غير المعروف بعد إلى أيّ مدى تعرض بروتينات الغلاف الفيروسي على سطح الخلايا المصابة طويلة الأجل. إن إعطاء علاج إضافي بعوامل منشطة للفيروس سوف يكون مطلوبًا، حتى يكون للأجسام المضادة تأثير فعال في القضاء على تلك المخازن الفيروسية.

وعلى الرغم من تلك المحاذير، فإن نتائج هذين البحثين قد تُحْدِث ثورة في الجهود الرامية إلى إيجاد علاج لفيروس العوز المناعي البشري. وقد يكون الدمج ما بين العقاقير التقليدية المضادة للفيروسات والأجسام المضادة وحيدة النسيلة ذات التأثير المعادل أكثر فعالية في تقليل معدل تضاعف الفيروس من تلك العقاقير وحدها، كما قد يؤدي إلى القضاء على الخلايا المنتِجة للفيروس، التي تظهر بعد الإصابات الكامنة، ويقلل من الاستجابات المناعية الشاملة التي قد تكون ضارة، وتزيد من فاعلية اللقاحات العلاجية التي تستهدف الخلايا التائية المناعية التي تهدف ـ في الأساس ـ إلى القضاء على الخلايا الكامنة[8]. وعلى أقل تقدير، فإن تلك النتائج سوف تحفز التعاون بين فرق الخبراء الضخمة التي تعمل منذ عقود على الحد من انتشار فيروس العوز المناعي البشري وعلاجه بشكل منفرد. وكما ذُكر من قبل[9,10]، فإنه من الضروري أن يتم تعاون علمي حقيقي متعدد التخصصات، إذا ما كنا بصدد إيجاد علاج لفيروس العوز المناعي البشري. ■

لويس جيه بيكر يعمل بمعهد اللقاحات والعلاج بالجينات، جامعة أوريجون للعلوم والصحة، بيفرتون، أوريجون 97006، الولايات المتحدة الأمريكية.

ستيفن ج. ديكس يعمل بقسم الطب، جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، كاليفورنيا 94110، الولايات المتحدة الأمريكية.

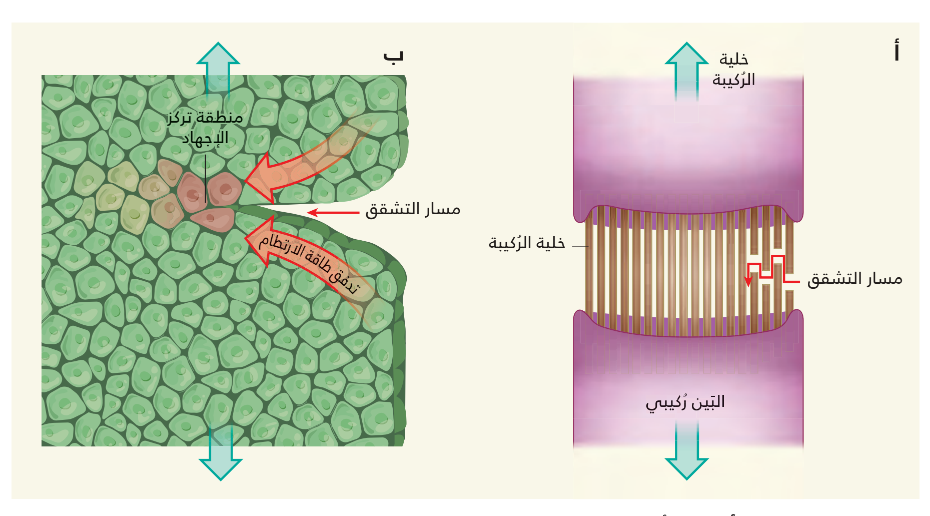
البريد الإلكتروني: pickerl@ohsu.edu
sdeeks@php.uscf.edu

1. Mascola, J. R. & Haynes, B. F. *Immunol. Rev.* **254,** 225–244 (2013).
2. Klein, F. *et al. Science* **341,** 1199–1204 (2013).
3. Barouch, D. H. *et al.* **503,** 224–228 (2013).
4. Shingai, M. *et al. Nature* **503,** 277–280 (2013).
5. Moldt, B. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 18921–18925 (2012).
6. Volberding, P. A. & Deeks, S. G. *Lancet* **376,** 49–62 (2010).
7. Palmer, S. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 3879–3884 (2008).
8. Deeks, S. G. *et al. Nature Rev. Immunol.* **12,** 607–614 (2012).
9. Deeks, S., Drosten, C., Picker, L., Subbarao, K. & Suzich, J. *Nature Med.* **19,** 30–34 (2013).
10. Richman, D. D. *et al. Science* **323,** 1304–1307 (2009).

ميكانيكا النبات الحيوية

الطحــالب المتينــة

تُحدِث موجات الارتطام ضغطًا متكررًا على الطحالب البحرية، مما قد يؤدي إلى موت الطحالب منهكةً، لكن أبحاثًا على نوع معين من الطحالب تشير إلى أن التراكيب المفصلية للطحلب ـ التي تفتقد إلى الروابط العرضية ـ توفر مقاومة للإنهاك الذي قد تتعرض له.



الشكل 1 | لا يوجد إجهاد. أ. تتضمن أنسجة الطحلب الجميل ذي المفاصل مفاصل رُكَيْبية مرنة تربط ما بين مناطق البَين رُكيبية المتكلسة. تتكون كل رُكيبة من صفٍ واحد من الخلايا المستطيلة التي تجري بموازاة محور نمو الطحلب. يُظهِر بحث دِني وزملاؤه[1] أن ذلك التصميم الخلوي يساعد الطحلب على تحمل ضرب الأمواج المتكرر، حيث يعني غياب أي روابط عرضية بين خلايا الرُّكيبة أنه حين تتحطم خلية، لن تنتشر طاقة الضربة إلى الخلية المجاورة. أضف إلى ذلك.. أن الضغط لن يتركز عند قمة التشقق، وبالتالي سيأخذ مسار التشقق طريقًا متعرجًا، بدلًا من الانتشار المباشر داخل أنسجة النبات. **ب.** تشبه أنسجة الأنواع الأخرى من الطحالب مادة متجانسة من الخلايا شبه الكروية المتصلة ببعضها البعض. وبمجرد أن يحدث تشقق ما في جسد الطحالب، فإن طاقة الضغط تتدفق بصورة أسهل إلى قمة التشقق، وبالتالي تسمح بتركز الإجهاد في تلك المنطقة، ومن ثم انتشار التشققات بشكل موجَّه عموديّ على محور الضربة.

إيميلي كارينجتون

تتعرض الشواطئ الصخرية للضرب بواسطة الأمواج، كل موجة جديدة تسحق معها عددًا من الحيوانات والنباتات المتعلقة بها، ويحدث هذا مرة كل عشر ثوانٍ، أي ثمانية آلاف مرة في اليوم، أو ثلاثة ملايين مرة في العام تقريبًا. لا تستطيع معظم الكائنات ببساطة أن تنجو في مثل تلك الظروف؛ عدا تلك القِلّة المختارة من الكائنات التي تستطيع تحمُّل هذا النشاط، وتتكاثر. في دوريّة "الأحياء التجريبية" *Journal of Experimental Biology*، أورد دِني وزملاؤه[1] كشفهم عن ملمح أساسي في واحدة من أنجح الكائنات القادرة على المنافسة والبقاء في مناطق الأمواج: الطحالب المرجانية القوية المفصلية المقاومة للإنهاك.

قام الباحثون بالتركيز على طحلب معروف لشواطئ كاليفورنيا كثيرة الأمواج، وهو الطحلب الجميل ذو المفاصل (*Calliarthron Cheilosporioides*)، وهو نبات متفرّع جميل يماثل حجمه كف يدك. يشبه كل واحد من تفرعات ذلك الطحلب الأحمر عقدًا من الحبات وردية اللون، مع مِفصل باهت منزوع الكالسيوم (يُسمى رُكَيْبَة)، يربط كل حبة متكلسّة (تُسمى البَين رُكيبي) بالحبة التي تليها. عرف الباحثون أن تلك المفاصل العديدة توفر المرونة لما كان له أن يصبح تركيبًا جامدًا من دونها، وتسمح للنبات بالتمايل جيئة وذهابًا؛ مما يقلل من أثر أمواج الارتطام الكبيرة، لكن الباحثين أيضًا علموا من دراسات سابقة[2] أن معظم تلك الطحالب المرنة تتكون من أنسجة تميل إلى الإنهاك الناجم عن الأضرار التركيبية الموضعية المتراكمة والمستفحلة، التي يسببها الضغط المتكرر، نتيجة لقوة الأمواج. تحدث تلك الأضرار في صورة تشققات دقيقة تقوم بتركيز الإجهاد، ثم تستطيل وتنتشر بشكل كارثي عبر جسم الطحلب. وهي عملية، وَصَفَها بدقة المهندس آلان أرنولد جريفيث في عام 1921[3]. ونتيجة لذلك.. فطحالب كثيرة تضعف مع كل موجة عابرة وتموت، نتيجة للإجهاد المترتب على ذلك بصورة أسرع بكثير من المتوقع على أساس قوتها الشكلية.

والطحلب الجميل موضع البحث قد يصل عمره إلى ست سنوات، وهو عمر طويل نسبيًّا لنبات يعيش في منطقة أمواج. فهل يمكن أن يكون هذا الطحلب مقاومًا للإجهاد؟ يكمن الدليل الأول في التركيب الدقيق للمفصل الرُّكيبي. لاحظ دِني وزملاؤه أن الخلايا المستطيلة للمفصل مصفوفة في صفٍ واحد موازٍ لمحور نمو النبات، وكل خلية من خلايا المفصل تنتهي عند طرف الحبة المتكلسة (شكل -1أ). افترض الباحثون أنه بسبب غياب الاتصال العرضي بين تلك المفاصل وبعضها، فليس هناك تركيب يسمح بتركُّز الإجهاد وانتشار التشققات من خلية إلى أخرى.

يمكن تشبيه ذلك بدُمْيَة الماريونيت الراقصة، إذ يرتبط جسم الدمية وأطرافها عن طريق خيوط إلى شريط العود بالأعلى. وكلما تلاعب محرك الدمى بذلك العود؛ تتنقل قوة ما عبر الخيوط تجعل الدمية تتراقص. وإذا انقطع خيطٌ واحد؛ فإن ذراع أو ساق الدمية المربوط لها يتوقف عن الحركة، لكن بقية الجسم ستظل تحت سيطرة محرِّك الدمى، فانقطاع خيط واحد له تأثير محدود على أداء باقي الخيوط. الفكرة هنا هي أن تلك الخيوط ليست مرتبطة مباشرة ببعضها البعض؛ وبالتالي تتصرف باستقلالية.

يفترض دِني وزملاؤه أن مادة المفصل الرُّكيبي للطحلب الجميل ليست متجانسة، لكنها تتكون في الواقع من حزمة من الخلايا المتوازية التي تعمل كخيوط مستقلة. سعى الباحثون إلى دعم تلك الفرضية بشكل غير مباشر عن طريق مقارنة صلابة المفصل في حالة الشد مع صلابته في حالة إجهاد القص (يُرمز لهما برمزيّ "هـ"، و"ز" بالترتيب، ويقاسا بوحدة الباسكال). ووفقًا لنظريات علم المواد، فإن نسبة هـ/ز تساوي 3 للمواد المتجانسة؛ وغياب الروابط العرضية بين الخلايا يقلل من صلابة المفصل في حالة إجهاد القص، مما يجعل تلك النسبة تتجاوز 3 بكثير. وتُظْهِر البيانات التجريبية التي حصل عليها دِني وزملاؤه أن نسبة هـ/ز للطحلب الجميل أعلى من 10، مما يؤكد أن كل مفصل يعمل كحزمة من الخيوط القوية القابلة للتمدد، والمتوازية غير المترابطة ببعضها. يشير هذا بالتالي إلى أن تركيب الطحلب يقاوم الإجهاد وانتشار التشققات.

قام الباحثون بعد ذلك بقياس مستوى الإجهاد لدى الطحلب الجميل بشكل مباشر، عن طريق وضع الطحلب في جهاز مصمَّم خصيصًا ليحاكي الضغط المتكرر الناتج عن الأمواج. وحين كان الضغط معادلًا لحوالي 60% من قوة الطحلب المفترَضة، قام الطحلب بتحمل أكثر من عشرة ملايين دورة، أي ما يعادل ثلاث سنوات من ارتطام الأمواج به كل عشر ثوانٍ. ولأن غالبية الأمواج التي يتعرض لها هذا الطحلب لها ـ في الواقع ـ قوة أقل، فإن العمر المتوقع له يكون أطول بكثير من ست سنوات، وهو ما لوحظ أثناء التجربة. وباختصار، استنتج الباحثون أن وفاة الطحلب الجميل نتيجة للإجهاد هو احتمال ضعيف، عدا الحالات النادرة التي قد تتعدى فيها أمواج شديدة القوة المفترَضة لمفاصل الطحلب، فتسبِّب موته.

تتألف غالبية الطحالب الكبيرة ـ التي تتنافس مع الطحلب الجميل على المساحة والضوء ـ من أنسجة معرّضة بشكل أكبر لانتشار التشققات (شكل -1ب). وبمرور الوقت، فإن الضغط المتكرر بواسطة الأمواج يقلل من نمو أنسجة جديدة. والمحصلة النهائية لذلك هي تعداد من الطحالب الأصغر حجمًا ـ وأقل قدرة على التنافس ـ من تلك المتوقع نموها بناءً على القوة الظاهرية لأنسجة الطحلب[2]. وعلى النقيض، فإن تصميم الأنسجة المقاوم لانتشار التشققات في مفاصل الطحلب الجميل يمنحه ميزة تنافسية، حيث يقلل من قدرة الأمواج على "تقليم" الطحلب.

إنّ خاصية وجود صف واحد من الخلايا الرُّكيبية في مفاصل الطحلب الجميل هي ما تجعله مقاومًا للإجهاد. يشير المؤلفون إلى أن مفاصل أنواع أخرى من الطحالب المرجانية مصممة بشكل مختلف، حيث توجد صفوف عديدة من الخلايا التي لا تعمل دائمًا باستقلالية في حالة إجهاد القص، وبالتالي قد تكون أقل مقاومةً للإجهاد. ورغم أن قصة التطور تلك تحتاج إلى أبحاث أكثر، إلا أننا نعرف الآن كيف يمكن للطحلب الجميل، ذي التركيب المفصلي المقاوم لانتشار التشققات، أن يتمايل جيئة وذهابًا، دون كللٍ مع ارتطام الأمواج. ■

إيميلي كارينجتون تعمل بمعامل فرايداى هاربر، جامعة واشنطن، فرايداى هاربر، واشنطن 98250، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: ecarring@u.washington.edu

1. Denny, M., Mach, K., Tepler, S. & Martone, P. *J. Exp. Biol.* **216,** 3772–3780 (2013).
2. Mach, K. J., Tepler, S. K., Staaf, A. V., Bohnhoff, J. C. & Denny, M. W. *J. Exp. Biol.* **214,** 1571–1585 (2011).
3. Griffith, A. A. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* **221,** 163–198 (1921).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنظمة حيوية

كيف تختار البكتيريا أسلوب حياتها

في مجتمعات البكتيريا، بعض الخلايا يظل وحيدًا ومتحركًا، في حين يستقر البعض الآخر ويُشكِّل سلاسل. ولذلك.. تبحث إحدى الدراسات حاليًا في الآليّات التي تحدد هذه النتائج.

جيمس سي. دَبليو. لوك

تستطيع الخلايا تغيير هويتها عدة مرات خلال مراحل النمو. لكن كيف تُقرِّر مثل هذا التحول؟ يدور الكثير من النقاش حول تغيير الهوية وإلى أي مدى يكون قرارًا مستقلًّا صادرًا من الخلية، أو قرارًا مدفوعًا بالإشارات البيئية. في العدد الصادر بتاريخ 28 نوفمبر 2013 من الطبعة الإنجليزية لدورية "نيتشر"، يسلك نورمان وزملاؤه[1] نهجًا غير عادي لمعالجة هذه المسألة. إذ يرصدون بكتيريا التربة "العصوية الرقيقة" *Bacillus subtilis* التي تنمو في بيئة ثابتة، والتي لا يمكن أن يكون التغيّر فيها مدفوعًا بإشارات من خارج الخلية. ويركّزون على تحوّل بسيط، وهو التحول من حالة خلية منفردة متحركة إلى حالة ساكنة تسمح للبكتيريا بتشكيل سلسلة. وتقدم النتائج التي توصلوا إليها فهمًا ثمينًا للكيفية التي تتخذ بها خلية منفردة قرارها.

زرع المؤلفون بكتيريا العصوية الرقيقة في جهاز موائع دقيق (microfluidic device) يتألف من عدة قنوات، كل منها مصمم لدعم نمو البكتيريا لأيام في وسطٍ متجدد باستمرار يتخلص من أي إشارات صادرة من خارج الخلايا[2]. تنتج السلالات البكتيرية موضع الدراسة بروتينًا مستشعًّا كـ"مراسل" لكلٍ من الحالتين المتحركة والساكنة، مما يمكّن الباحثين من تحديد مدى تكرار الأحداث ومدة التحول في مصير الخلية في ظل ظروف بيئية ثابتة.

يكشف عمل نورمان وزملائه في تحديد مئات التحولات وتوصيفها بدقة عن الفرق الحاسم في التحول من الحالة المتحركة إلى الحالة الساكنة والعكس. ويبدو أن التحول من الحالة المتحركة إلى الحالة الساكنة هو تحولٌ عشوائيٌّ ومستقلٌّ تمامًا عن مدة بقاء البكتيريا في الحالة المتحركة، أي أن هذه الحالة المتحركة هي حالة بلا ذاكرة.

أما التحول من الحالة الساكنة إلى الحالة المتحركة، فلا يتم بشكلٍ عشوائي، بل يخضع لتوقيتٍ مُحْكَم.. إذ تبقى الخلايا في حالة ساكنة لثمانية أجيال تقريبًا. كما يشير المؤلفون أيضًا إلى أن هذه الذاكرة تؤدي وظيفة خلوية تضمن ألّا يحدث التحول إلى الحالة المتحركة ـ التي تتكسر فيها سلسلة الخلايا بشكل فوري تقريبًا ـ في وقت مبكّر أو متأخر عن موعده، مما قد يؤدي ببعض السلاسل إلى أن تفيض بالملايين من الخلايا. ربما يمثل الانتقال إلى الحالة الساكنة فترة تجريبية للصورة متعددة الخلايا multicellularity، التي يمكن أن تُعزَّز بواسطة إشارات بيئية تدفع بالخلايا إلى الالتزام وتشكيل رقائق حيوية biofilm.

استكشف نورمان وزملاؤه أيضًا الآلية الجزيئية التي تتحكم في مصير التحول الخلوي. ويبدو أن الآلية تنطوي على دائرة بسيطة تتكون من ثلاثة بروتينات فقط[3] (الشكل 1). على وجه التحديد، يُثبِّط البروتين "سين آر" (SinR) الجين الذي يُرمِّز إفراز بروتين آخر هو البروتين "سلر آر" (SlrR)، وبدوره يرتبط البروتين "سلر آر" بالبروتين "سين آر" ويتحكم فيه. وهكذا فإن هذين البروتينين يشكلان دورة من التغذية المرتدة المزدوجة السلبية. فعندما يسود البروتين "سين آر"؛ تتحول الخلية إلى الحالة المتحركة، وعندما يخسر البروتين "سين آر" تصبح الخلية ساكنة. أما البروتين الثالث "سين آي" (SinI)، فيُحدِّد أي النتيجتين تتمكن من الفوز، وذلك بارتباطه بالبروتين "سين آر"، وتعطيله عن العمل.

ويبدو أن هذه الدائرة مقسَّمَة إلى وحدات، فقد وجد المؤلفون أن البروتين "سين آي" هو المسؤول عن الدخول في الحالة الساكنة التي لا ذاكرة لها. وبمجرد أن تدخل البكتيريا في الحالة الساكنة، لا يعود للبروتين "سين آي" أي دور، وتُحدد الذاكرة عن طريق دورة التغذية المرتدة لنوعي البروتين "سين آر"-"سلر آر". كما لوحظ مثل هذا النمط المُقسَّم إلى وحدات في دائرة أخرى من دوائر بكتيريا العصوية الرقيقة، وهي دائرة تسيطر على التحول في عمليات النمو. وتحت ظروف الإجهاد، يمكن للبكتيريا العصوية الرقيقة الدخول في حالة جدارة (Competent state)، تسمح فيها بإدراج كمية من حمض نووي خارجي[4].

وليس لدى الدوائر الأساسية التي تتحكم في الدخول إلى حالة الجدارة سوى عدد قليل من المكونات، على غرار شبكة البروتينين "سين آر"-"سلر آر". كما أن دائرة الجدارة هي أيضًا دائرة مقسمة إلى وحدات، إذ إن أحد عناصرها ينظم وتيرة التحولات لحالة الجدارة، في حين يحدد مكون آخر طول مدة بقاء الخلية في هذه الحالة[4].

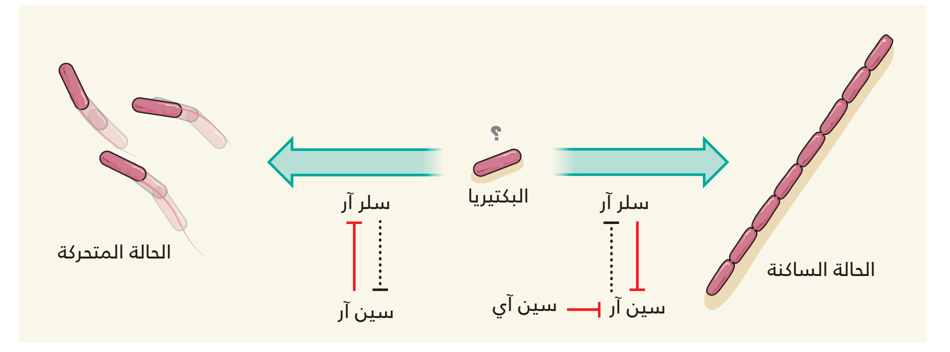
وليس جَليًّا ما هي ميزة ـ إن كانت هناك ميزة ـ هذا التقسيم إلى وحدات بالنسبة إلى الخلية. فهل يؤدي وجود آليات تحكُّم مستقلة لتحفيز البدء وتحديد طول الفترة الزمنية لإحداث التمايز الخلوي، إلى مساعدة الخلية على التكيف مع الضغوط الانتقائية المستقلة خلال التطور؟ يبقى أن نرى ما إذا كانت مثل هذه النمطية من التقسيم إلى وحدات هي سمة عامة للدوائر التي تتحكم في تحول هوية الخلايا، أم لا.

يثير المؤلفون كذلك تساؤلات حول كيفية تحكم دائرة "سين آي"-"سين آر"-"سلر آر" بالتحول الذاتي لمصير الخلية في البكتريا العصوية الرقيقة. فلا يزال غامضًا كيف يمكن للضوضاء، أو التباين، في واحدة من مكونات الدائرة أن تحفِّز الشروع في التحول إلى الحالة الساكنة. فعلى الرغم من أن الشروع في التحول يتطلب بروتين "سين آي"، ليس من المعروف بعد ما إذا كان لدى أيٍّ من مكونات الدائرة تقلبات عشوائية تدفع للتحوّل العشوائي نحو الحالة الساكنة، أو كيفية نشوء هذه التقلبات في الأساس. سيكون من المثير للاهتمام اختبار الفرضية القائلة إن الذاكرة المستخدَمة في تحوّل الحالة تسمح بإجراء تجربة حالة متعددة الخلايا مُعزّزة من قبل الإشارات البيئية. وأحد الحلول قد يكون اختبار أثر إطالة أو تقليص ذاكرة الحالة الساكنة على تشكيل الرقائق الحيوية.

تنضم دائرة "سين آي"-"سين آر"-"سلر آر" التي اقترحها نورمان وزملاؤه إلى قائمة متزايدة من الدوائر الوراثية البسيطة في البكتيريا، التي أُثْبِتَت سيطرتها على ديناميكيات خلوية معقدة بشكل مدهش. وغالبًا ما تتألف هذه الدوائر من ثلاثة أو أربعة بروتينات، لكنها تكون قادرة على توليد نبضات[5]، وديناميكيات قابلة للتحفيز[4] وتذبذبات قوية[6]. فهل من الممكن أن تولِّد دوائر وراثية بسيطة ثروة مماثلة من الديناميكيات التنظيمية في النباتات والحيوانات؟ تشير نتائج أبحاث على الأبقار[7] إلى أن مفهوم الذاكرة في تحوّل الحالة يمكن أن يكون ظاهرة عامة. فقد أظهر بحث في مجال الاحتمالات الإحصائية، حاز على جائزة إيج نوبل عام 2013، أن حالة الوقوف (المتحركة) في الأبقار تكون حالة بلا ذاكرة، في حين أن حالة الاستلقاء (الساكنة) هي مرحلة مؤقتة، كما هو الحال في البكتيريا العصوية الرقيقة. ■

جيمس سي. دَبليو. لوك يعمل في مختبر سِنزبُري بجامعة كمبريدج، كمبريدج CB21LR، المملكة المتحدة
البريد الإلكتروني: james.locke@slcu.cam.ac.uk

1. Norman, T. M., Lord, N. D., Paulsson, J. & Losick, R. *Nature* **503,** 481–486 (2013).
2. Wang, P. *et al. Curr. Biol.* **20,** 1099–1103 (2010).
3. Chai, Y., Norman, T., Kolter, R. & Losick, R. *Genes Dev.* **24,** 754–765 (2010).
4. Süel, G. M., Kulkarni, R. P., Dworkin, J., Garcia-Ojalvo, J. & Elowitz, M. B. *Science* **315,** 1716–1719 (2007).
5. Locke, J. C. W., Young, J. W., Fontes, M., Hernández Jiménez, M. J. & Elowitz, M. B. *Science* **334,** 366–369 (2011).
6. Mackey, S. R., Golden, S. S. & Ditty, J. L. *Adv. Genet.* **74,** 13–53 (2011).
7. Tolkamp, B. J., Haskell, M. J., Langford, F. M., Roberts, D. J. & Morgan, C. A. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **124,** 1–10 (2010).



الشكل 1 | أن تكون ساكنًا أو سابحًا. درس نورمان وزملاؤه[1] كيفية اختيار الخلايا المنفردة من البكتيريا العصوية الدقيقة بين الحالة المتحركة (السابحة) والحالة الساكنة. يتم التحكّم في هذا الاختيار باستخدام دورة بسيطة من التغذية المرتدة المزدوجة السلبية تتضمن ثلاثة بروتينات: يُثبِّط البروتينُ "سين آر" البروتين "سلر آر"، الذي يُثبِّط بدوره البروتينُ "سين آر". ويحدث التحول إلى الحالة المتحركة عندما يسود البروتين "سين آر" ، في حين تصبح الخلايا ساكنة، وترتبط في سلاسل عندما يُهيمِن البروتين "سلر آر". أما البروتين الثالث "سين آي"، فبإمكانه تحفيز الشروع في التحول إلى الحالة الساكنة عن طريق الارتباط بالبروتين "سين آر"، وتعطيله عن العمل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نوبل 2013

بينما التقى الفائزون بجوائز نوبل في العلوم لعام 2013 في ستوكهولم؛ ليحتفلوا ويُحتَفَل بهم، تشارك أنباء وآراء رؤية بعض الخبراء حول الإنجازات التي كُرِّمَ أصحابها.



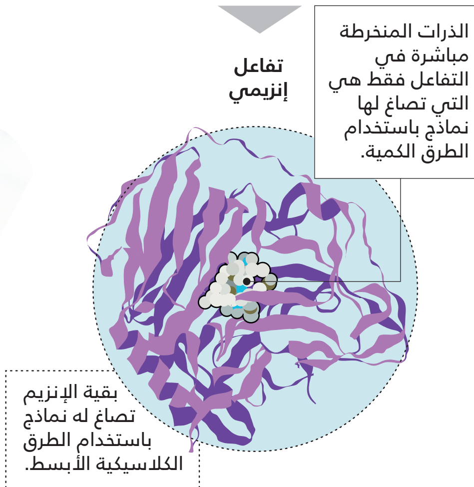
طرق الكيمياء الحسابية

مُنحت جائزة نوبل في الكيمياء لمارتن كاربلس، ومايكل لفيت، وأرييل وارشل، لعملهم على تطوير نماذج متعددة المستويات لمنظومات كيميائية معقدة (انظر الشكل).

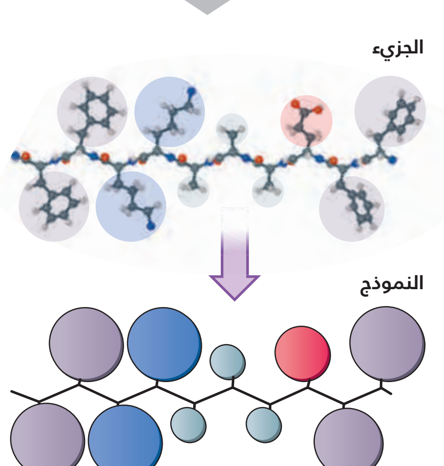
نماذج متعددة المستويات

بقلم: والتر ثيل

جمع كاربلس ولفيت ووارشل بين الطرق الكلاسيكية والكمية لصياغة نماذج عمليات الكيمياء المعقدة حسابيًا[1،2].



أظهر وارشل ولفيت أيضًا أن مجموعات من الذرات يمكن معاملتها كوحدات جامدة لتسريع صياغة نماذج المنظومات الكبيرة.



JOHAN JARNESTAD/THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

تجري العمليات الكيميائية المعقدة على مختلف النطاقات الطولية والزمنية. الأحداث التي تنخرط فيها إلكترونات، كما في إقامة وفك الروابط الكيميائية مثلًا، تكون موضعية في المكان والزمان، وتحتاج لوصفها بالميكانيكا الكمية (QM)، بينما تأثير البيئة وحركات الذرات البطيئة خلال أي تفاعل تُمثَّل جيدًا في العادة بالميكانيكا الجزيئية (MM) الكلاسيكية.

كان العلماء الفائزون بالجائزة أول مَنْ طرح نهجًا هجينًا من الميكانيكا الكمية والميكانيكا الجزيئية (كمي/جزيئي) لدراسة الخصائص والتفاعلات الكيميائية، وكان ذلك ابتداءً في حالة خاصة لجزيئات مسطحة مستوية[1]، ثم كإطار عام لصياغة نماذج التفاعلات الإنزيمية[2]. يزاوج هذا النهج الرياضي أساسًا بين نظريات شرودنجر الكمية، وأفكار نيوتن الكلاسيكية، جامعًا بين أفضل ما في هذين العالِمَيْن؛ للتوصل إلى محاكاة مفصّلة خصيصًا للعمليات الكيميائية المعقدة.

أتاح عمل هؤلاء العلماء الريادي في السبعينات صيغًا صريحة لحساب إجمالي الطاقة الحركية الكمية/الجزيئية لمنظومة ما، وحساب مفردات التفاعل الحركي الكمي/الجزيئي. والتقدم الذي حققته عدة مجموعات بحثية في أساليب الميكانيكا الكمية والجزيئية بالثمانينات، مهّد السبيل لإنجازات تحققت في مجال صياغة نماذج الميكانيكا الكمية/الجزيئية في الكيمياء بالتسعينات. ولاحقًا، حُلت مسائل منهجية رئيسة بإقامة نماذج تفاعلات ميكانيكية كمية/جزيئية مناسبة، ومعالجات للمنطقة البينية الميكانيكية الكمية/الجزيئية، وتنفيذ إجراءات منظمة لاستكشاف الأسطح المحتملة الميكانيكية الكمية/الجزيئية واسعة النطاق (التي تمثل الطاقة الإجمالية كدالّة في الموقع الذري). ومنذ ذلك الحين، كان هناك نمو متسارع في تطبيقات الميكانيكا الكمية/الجزيئية[3]، كلها ترتكز إلى عمل كاربلس ولفيت ووارشل الأصلي.

إن مفهوم صياغة النماذج متعددة المستويات أوسع كثيرًا في الحقيقة من الميكانيكا الكمية/الجزيئية، وبالتالي يتوقع المرء باطمئنان تقدمًا مضطردًا نحو صياغة أكثر واقعية لنماذج عمليات كيميائية أكثر تعقيدًا.

تجارب الحاسوب

بقلم: جيرهارد هَمر

أثبتت المحاكاة الجزيئية متعددة المستويات، كما قادها كاربلس ولفيت ووارشل، أنها قوية ومتعددة الاستخدامات منذ بداياتها، كاشفةً كيفية تنشيط الضوء للمستقبِلات في العين، وكيفية تمرير الإشارات الناتجة عن تغيُّرات في البنية الجزيئية.

يتيح نهج العلماء الثلاثة توصيف كل جزء من المنظومة الجزيئية عند أبسط مستوى ممكن: كذرات باستخدام الميكانيكا الكمية أو الكلاسيكية؛ أو كأشباه جُسيمات تمثل ذرات متعددة؛ أو في حالة مذيب سائب كوسط متواصل يفتقد التفصيل الذري[4،2]. والتفاعلات الجزيئية تلتقطها الأسطح الممكنة. وتُستخدم هذه الممكنات مؤخرًا روتينيًّا لتحديد بِنَى البروتينات من البيانات التجريبية؛ لتطوير عقاقير جديدة وتصميم المواد عقلانيًّا.

تتيح المحاكاة تبصُّرًا أساسيًّا بوظائف "الآلة" الجزيئية الحيوية، من خلال كشف الحركات الجزيئية الكامنة والقوى المحركة النشطة. ومن التركيب الضوئي إلى معالجة المادة الوراثية[5]، أمكن صياغة نماذج تفاعلات محفزة إنزيميًّا، ومتابعتها ذَرَّة بِذَرَّة، ورابطة برابطة[3]. وديناميات المحرِّكات الجزيئية التي تُشَغِّل تقلص العضلات بالطاقة أو تركيب جزيئات ثلاثي فوسفات الأدينوزين ـ مصدر طاقة الخلايا ـ أمكن محاكاتها أيضًا، بل أمكن أيضًا دراسة الآلة الجزيئية الحيوية ذاتية التجميع، بداية من طيّ البروتينات[6]، حتى تشكُّل عُضيّات كاملة[7]، وقشور الفيروسات البروتينية[8].

ومع تمثيل متزايد الدقة لطاقة وديناميات المنظومات الجزيئية، ستُثمر المحاكاة معلومات كمية مفصلة وتبصّرًا ميكانيكيًّا، يتعذر الحصول عليه في تجارب المختبر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هكذا، أصبحت رؤية النماذج الحسابية كبديل متين للتجارب الفعلية حقيقة واقعة. ■

والتر ثيل يعمل بمعهد ماكس بلانك لأبحاث الفحم، 45470 مولهايم آن دير روهر، ألمانيا. **جيرهارد هَمر** يعمل بمعهد ماكس بلانك للفيزياء الحيوية، 60438 فرانكفورت آم ماين، ألمانيا.
البريد الإلكتروني:thiel@kofo.mpg.de
gerhard.hummer@biophys.mpg.de

1. Warshel, A. & Karplus, M. *J. Am. Chem. Soc.* **94,** 5612–5625 (1972).
2. Warshel, A. & Levitt, M. *J. Mol. Biol.* **103,** 227–249 (1976).
3. Senn, H. M. & Thiel, W. *Angew. Chem. Int. Edn* **48,** 1198–1229 (2009).
4. Levitt, M. & Warshel, A. *Nature* **253,** 694–698 (1975).
5. Rosta, E., Nowotny, M., Yang, W. & Hummer, G. *J. Am. Chem. Soc.* **133,** 8934–8941 (2011).
6. Lindorff-Larsen, K., Piana, S., Dror, R. O. & Shaw, D. E. *Science* **334,** 517–520 (2011).
7. Takamori, S. *et al. Cell* **127,** 831–846 (2006).
8. Zhao, G. *et al. Nature* **497,** 643–646 (2013).

الاقتصاد

التنبؤ بأسعار الأصول

مُنحت جائزة البنك المركزي السويدي في العلوم الاقتصادية، إحياءً لذكرى ألفريد نوبل، لكل من: يوجين فاما، ولارز بيتر هانسن، وروبرت شيلر، الذين شكّل تحليلهم التجريبي للأصول فهمنا لكيفية عمل الأسواق (انظر الشكل).

الكفاءة وتقلب الأسعار

بقلم: كريستوفر بوك

تقول فرضية فاما حول كفاءة السوق (EMH) إنّ المنافسة بين المستثمرين تجعل العائد من استخدام معلومات عن أسعار الأسهم متكافئًا مع تكلفة تلك المعلومات. وبالتالي، إذا كانت التكاليف صفرًا، فإن الأسعار تعكس كافة المعلومات ذات الصلة بشكل صحيح[1]. وطبقًا لهذه الفرضية، إذا أمكن بسهولة التنبؤ بارتفاع أسعار الأسهم غدًا، فسنشتري جميعًا كثيرًا من الأسهم اليوم، فترتفع الأسعار اليوم؛ حتى تؤدي إلى حصول المعلومات التي تلقيناها في البداية في الواقع. وفي اختبارات أجراها فاما في الستينات، وجد أن العوائد قصيرة الأجل كانت بشكل رئيسٍ غير قابلة للتنبؤ، مما يتسق مع فكرة أن السوق يدمج المعلومات بكفاءة.

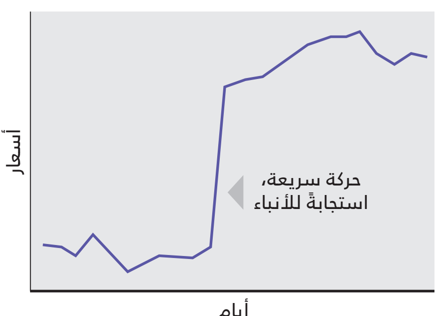
يؤكد فاما على أن فرضية كفاء السوق لم تكن قابلة للاختبار مباشرة؛ فالمرء يستطيع فقط اختبار افتراض مشترك لفرضية كفاءة السوق، ونموذج يفصِّل الطريقة التي تتحدد بها العوائد المتوقعة. فمثلًا، لو فاق أداء أسهم شركة صغيرة أداء أسهم شركة كبيرة، فهذا قد لا يشير إلى أن تسعير الشركات الصغيرة غير كفء، بل يشير إلى أن أسهم الشركات الصغيرة أكثر عرضة للمخاطر، وبالتالي يطالب المستثمرون فيها بعوائد متوقعة مرتفعة؛ لمجابهة ذلك[2].

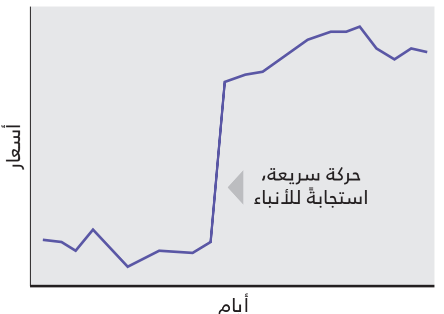
في عام 1981، أظهر شيلر إفراط تقلب الأسعار التاريخية نسبةً إلى قيمتها المستقبلية المتحققة[3]. ويوحي هذا بأنه رغم استجابة الأسعار للمعلومات بسرعة، فإنها تتغير كذلك لأسباب أخرى. فسر شيلر هذا التقلب كنتيجة لعاطفة المستثمر. وربط عمل بحثي لاحق فرط التقلب بالتفاوت القابل للتنبؤ في العوائد طويلة الأجل؛ كما وُجِد لاحقًا قابلية للتنبؤ بتفاوت العوائد قصيرة الأجل.

قدمت هذه النتائج تحديًا جديًّا لفرضية كفاءة السوق، لكن فرضية فاما المشتركة أتاحت تفسيرًا معقولًا: العوائد المتوقعة تتفاوت زمنيًّا بسبب المخاطر المتفاوتة زمنيًا و/أو العزوف عن المخاطر. إنّ فَهْم مصادر التفاوت القابل للتنبؤ في العوائد ـ وهي عقلانية وعاطفية في الأساس ـ يقع في قلب علم الاقتصاد المالي الحديث.

عدم إمكانية التنبؤ قصير الأجل

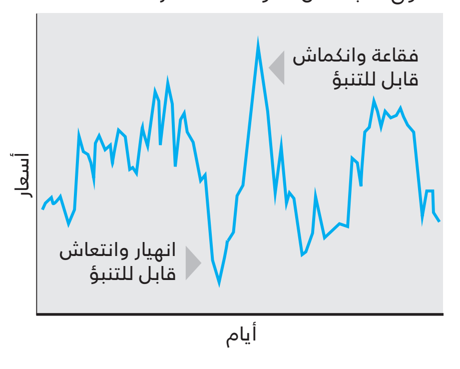
أظهر فاما الصعوبة البالغة للتنبؤ قصير الأجل بأسعار الأصول.





إمكانية التنبؤ طويل الأجل

لكن شيلر أظهر أن هناك إمكانية أكبر للتنبؤ على المدى الطويل، وفسر هذا الاكتشاف بعدم كفاءة السوق الناجمة عن سلوك المستثمر.



اختبار النظريات

تقنيات هانسن الإحصائية لاختبار النظريات الاقتصادية أبرزت جاذبية الأسهم للمستثمرين القادرين على تحمل المخاطر.



الاقتصاديات المالية التجريبية

بقلم: جون ي. كامبل

تولِّد أسواق المال كميات ضخمة متواصلة من البيانات حول أسعار الأصول. فقد قاد فاما وشيلر وهانسن جهدًا، على مدى خمسين عامًا تقريبًا، لاستخدام هذه البيانات لفهمٍ أفضل للاقتصاد وسلوك المستثمر.

رصد فاما أن عائد الاستثمار في أصول مالية محفوفةٍ بالمخاطر هو مجموع عائد "مطلوب"، يتوقع المستثمر العقلاني أن يكسبه، وعائد "غير متوقع" يحركه وصول الأنباء. وقد لاحظ أن تقلُّب العوائد غير المتوقعة، خلال فترات زمنية قصيرة، أكبر كثيرًا من أي تحرك في العائد المطلوب، وبالتالي فإن تحركات الأسعار قصيرة الأجل تعكس بدقة الأنباء التي تصل إلى الأسواق في كل لحظة.

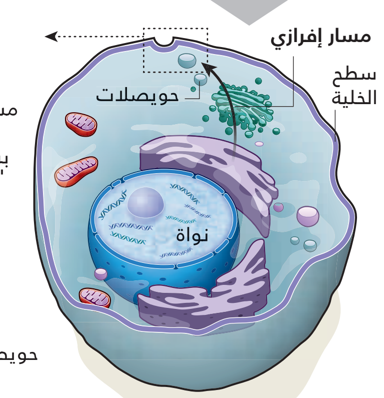
بنى هانسن على تبصُّر فاما، مطوِّرًا طريقة إحصائية قوية لاستخراج معلومات من عوائد الأصول حول خصائص اقتصادية مهمة، كمتوسط عزوف المستثمر عن المخاطر، دون الاضطرار لصياغة نماذج محاكاة لسمات الاقتصاد الأخرى التي لا شأن لها بالمشكلة المطروحة[4،5].

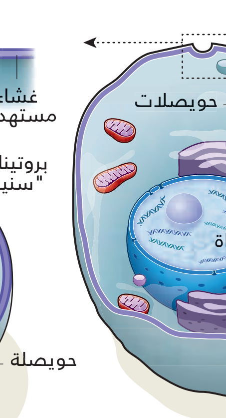
أشار شيلر إلى بيانات تشير إلى أن تقلبات الأسعار الكبيرة تنتج عن تراكم التحركات في العوائد المطلوبة على مدى فترات زمنية طويلة، وأن العوائد غير المتوقعة تعكس، ليس فقط أنباءً حول المدفوعات المالية المستقبلية التي ستحققها الأصول، بل أيضًا التغيرات غير المتوقعة في العائد المطلوب[6].

وأظهرت أعمال فاما وهانسن وشيلر معًا قيمة البحث التجريبي يقينًا في فهم تشكُّل الأسعار في الأسواق المالية. كذلك، استخدم فاما وشيلر البيانات المالية لبناء مؤشرات تلخص تحركات فئات عريضة من الأصول، مثل مجموعات الأسهم متماثلة السمات والمنازل بالمدينة نفسها[2]. ■

كريستوفر بوك يعمل بقسم المالية، مدرسة لندن للاقتصاد، لندنWC2A 2AE ، المملكة المتحدة. **جون ي. كامبل** يعمل بقسم الاقتصاد، جامعة هارفارد، كمبريدج، ماساتشوستس 02138، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: c.polk@lse.ac.uk
john_campbell@harvard.edu

1. Fama, E. F. *J. Finance* **25,** 383–417 (1970).
2. Fama, E. F. & French, K. R. *J. Financ. Econ.* **33,** 3–56 (1993).
3. Shiller, R. J. *Am. Econ. Rev.* **71,** 421–436 (1981).
4. Hansen, L. P. *Econometrica* **50,** 1029–1054 (1982).
5. Hansen, L. P. & Jagannathan, R. *J. Pol. Econ.* **99,** 225–262 (1991).
6. Campbell, J. Y. & Shiller, R. J. *Rev. Financ. Stud.* **1,** 195–228 (1988).





الطب

نظام مراقبة حركة المرور داخل الخلايا

فاز بجائزة نوبل في الطب كلٌّ من: راندي شيكمَن، وجيمس روثمَن، وتوماس سيودهوف، لاكتشافاتهم حول كيفية توصيل الخلايا لآلاف الجزيئات المنتَجة داخليًا للمكان الصحيح في الوقت الصحيح (انظر الشكل).

تحديد آلة النقل

بقلم: سوزان فِرّو-نوفيك

في أواخر السبعينات، سعى راندي شيكمَن وجيمس روثمن جاهدين لتحديد الآلة الخلوية المسؤولة عن تحريك مسار الإفراز، وإنْ كانا قد سلكا نهجين مختلفين بشكل مدهش. استفاد شيكمن وزملاؤه من دراسات الوراثة في الخميرة للتعرف ابتداءً على 23 جينًا، تسمى "سِك" SEC، المطلوبة منتجاتها لإفراز البروتينات[1،2]. في حين استخدم روثمن وزملاؤه منهجًا كيميائيًّا حيويًّا لتنقية مكونات جهاز الإفراز لدى الثدييات بقوة شديدة[3].

لدى توصيف جينات "سِك" وتحديد نظيراتها العديدة لدى الثدييات، اتضح أن منهجي شيكمن وروثمن المستقلين قد تقاربا وحفّزا مجال حركة المرور الغشائية. مضى شيكمن مُرَكِّزًا على البروتينات المغلفة -التي تغلّف الحويصلات ناقلة البروتينات- التي تعبئ المنقولات الخلوية في حويصلة ناشئة. وعلى الجانب الآخر، ركز روثمن على آلة دمج الأغشية، التي سماها بروتينات "سنَير" SNARE[4]، وتوجد في كل حقيقيات النواة (كائنات تضم الفطريات والنباتات والحيوانات).

فتح العمل الرائد لهؤلاء العلماء آفاقًا جديدة، وأحدث ثورة في فهم وظيفة خلوية أساسية، هي إفراز البروتينات. وبينما تعرَّف المنهج الوراثي على مكونات المسار الكثيرة، يسَّرت التجارب الكيميائية الحيوية تفسير وظائف المكونات. ومهّدت إسهامات هؤلاء العلماء الفاصلة الطريقَ لدراسة عمليات خلوية أخرى كثيرة، تعتمد على المسار الإفرازي، منها استقطاب الخلية، وهجرتها، وعملية الالتهام الانحلالي.

شاحن توربيني لدمج الأغشية

بقلم: نِلز بروس

إنّ إدراك أن آلة دمج الأغشية الخلوية مصانة تطوريًّا، بداية من خلايا الخميرة، حتى الخلايا العصبية، طرح مشكلة لعلماء الأعصاب. فدمج الأغشية وإفراز البروتينات بواسطة بروتينات "سنَير" بطيئان نوعًا ما، بينما يحدث إفراز جزيئات الناقلات العصبية ـ من الحويصلات المشبكية بالخلايا العصبية ـ بدقة قدرها مِلّي ثانية، وهو محكوم بشدة بأيونات الكالسيوم داخل الخلية، مما قد يضاعف معدل دمج الحويصلات مليون مرة. ومن الواضح أن المشابك العصبية لا تستطيع الاعتماد فقط على بروتينات "سنَير". فلا بد أنها تحوي آلة بروتين متخصصة تعزز آلة بروتينات "سنَير" البطيئة بعض الشيء، وبالتالي تزود المشابك العصبية لتصل إلى دقتها وسرعتها المختارتين.

عندما اكتشف روثمن وظيفة بروتينات "سنَير" في أوائل التسعينات، كان توماس سيودهوف ماضيًا في طريقه نحو رسم خريطة نظامية جزيئية للاتصال المشبكي بين الخلايا العصبية، وتحليل وظيفي لبروتينات الحويصلات المشبكية، وهو مسعى شاركه في ريادته حليفه القديم راينهارد يان. حدد سيودهوف ووصف مكونات مهمة عديدة لجهاز دمج الحويصلات المشبكية ولآلة التنظيم الموازية التي تجعل الإفراز المشبكي سريعًا جدًّا[5]. وأهم ما في الأمر، هو تحديده لبروتين سَيْنابتوتاجامين، وإظهاره أن هذا البروتين هو حساس الكالسيوم الغامض الذي "يشحن توربينيًّا" إفراز الحويصلات المشبكية[6].

إنّ قصة الفائزين بجائزة نوبل هذا العام لا تنتهي هنا. فمن الكائنات العضوية وحيدة الخلية إلى البشر، تعتمد كل عملية خلوية على اللوجستيات الخلوية للنقل الغشائي وإفراز الشحنة الخلوية. وليس مفاجئًا إذن، أن أمراضًا متنوعة، مثل التيتانوس، والتسمم، والصرع، وداء البلعمة الدموية (Haemophagocytic lympho-histiocytosis)، بل وحتى الفصام، ظهر ـ أو على الأقل.. يُعتقد ـ أنها نتيجة عيوب بروتينات تتحكم في النقل الخلوي. وهذا مجرد غيض من فيض. ويبدو أن التدخل في هذه العمليات لأغراض علاجية على بعد خطوات فقط. ■

سوزان فرو-نوفيك تعمل بمعهد هوارد هيوز الطبي، قسم الطب الخلوي والجزيئي، جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، لايولا، كاليفورنيا 92093-0668، الولايات المتحدة الأمريكية.
نلز بروس يعمل بقسم الأحياء العصبية الجزيئية، معهد ماكس بلانك للطب التجريبي، 37075 جوتنجن، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: sfnovick@ucsd.edu
brose@em.mpg.de

1. Novick, P., Field, C. & Schekman, R. *Cell* **21,** 205–215 (1980).
2. Novick, P. & Schekman, R. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **76,** 1858–1862 (1979).
3. Balch, W. E., Dunphy, W. G., Braell, W. A. & Rothman, J. E. *Cell* **39,** 405–416 (1984).
4. Söllner, T. *et al. Nature* **362,** 318–324 (1993).
5. McMahon, H. T., Missler, M., Li, C. & Südhof, T. C. *Cell* **83,** 111–119 (1995).
6. Fernández-Chacón, R. *et al. Nature* **410,** 41–49 (2001).

الفيزياء

منح الجسيمات كتلة

فاز هذا العام بجائز نوبل في الفيزياء فرانسوا أنجلير، وبيتر هيجز؛ لاكتشافهما نظريًّا آليّة تضفي كتلة على الجسيمات الأساسية (انظر الشكل).

انتصار نظرية

بقلم: بن ألّانَتش

كان اقتراح آلية تعطي الجسيمات كتلةً انقلابًا في الفيزياء النظرية، وسيبقى مَعْلَمًا لقرون قادمة. تنبأ النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات بدرع واق من البيانات التجريبية، بعضها بالغ الدقة، في سياقات شديدة الاختلاف. وبدون أفكار روبرت براوت وأنجلير[1] وهيجز[2] وقلة آخرين، يكون هناك عيبٌ قاتلٌ في النموذج المعياري.. فهو يتنبأ بأن الجسيمات عديمة الكتلة في تناقض واضح مع القياسات. كانت الآلية التي ابتكرها هؤلاء العلماء هي القطعة المفقودة لحل اللغز، وقد أظهر الاكتشاف التجريبي لجسيم بوزون هيجز، في تجربة مصادم الهادرونات الكبير بمختبر سيرن ـ قرب جنيف بسويسرا ـ صحة أفكارهم.

وكما هو حال الاكتشاف العلمي غالبًا، يشكِّل هذا اللغز المكتمل مجرد قطعة واحدة من لغز أكبر يتعلق بتصحيحات كمِّية لكتلة بوزون هيجز التي تحدث عند مستويات طاقة عالية. تتلقى كافة الجسيمات تصحيحات كمية لكتلها من بحر هائج من الجسيمات التي تظهر وتختفي من الوجود المادي، لكن التصحيحات عادة تكون ضئيلة وغير إشكالية. أما لبوزون هيجز، فهناك عدة تصحيحات أثقل بأضعاف، تبلغ مليارات المليارات من كتلته (البالغة 126 ضعف كتلة البروتون) التي تم قياسها. وبالتالي، إما أنّ نظرية الكم، التي تعمل جيدًا في سياقات أخرى، نظرية فاسدة، أو أن هناك قطعة مفقودة من اللغز.

هناك أفكار مثيرة حول القطعة المفقودة، يمكنها حل هذه المشكلة. فهناك فكرة بارزة، تسمى التناظر الفائق، تبطل التصحيحات الضخمة رياضيًّا، وتتنبأ بمجموعة جسيمات جديدة في انتظار الاكتشاف. لذلك.. نحن ننتظر استئناف تجارب مصادم الهادرونات الكبير في عام 2015 بلهفة شديدة.

تصديق تجريبي

بقلم: جوناثان بَتروورث

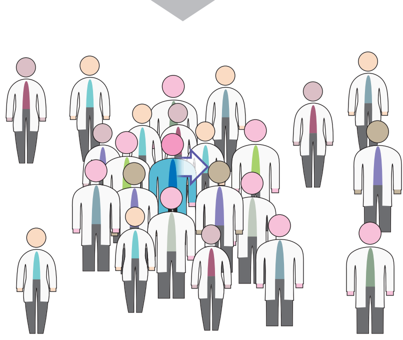
عُقِد أول لقاء لمناقشة ما يمكن أن يصبح مصادم الهادرونات الكبير سنة 1984 في لوزان بسويسرا. والنفق البالغ طوله 27 كيلومترًا، الذي يؤويه الآن، أنشئ أصلًا لمُعجِّل سابق، هو مصادم الإلكترون–البوزيترون الكبير، وتم تشغيله بين عامي 1989 و2000. ونتيجةً لمناقشات أسبق، بُنِي النفق كبيرًا بقدر الإمكان لإتاحة الفرصة لخيارات مستقبلية[3]. ضمت هذه لاحقًا إقامة مصادم هادرونات، الذي غدا مصادم الهادرونات الكبير. وفي التسعينات، عندما تصور الباحثون مكشافيّ جسيمات مصادم الهادرونات الكبير أطلس (ATLAS) ولولب الميون المضغوط (CMS)، حيث كان البحث عن بوزون هيجز هدفًا رئيسًا، لم تكن التقنية المطلوبة موجودة. أُطلِق برنامج طويل للبحث والتطوير؛ للتأكد من إمكانية بنائهما عندما يحين الوقت. وقد عمل على إقامتها الآلاف من الناس. وهذه مجرد أمثلة لنمط الرؤية بعيدة المدى، والاستثمار المطلوب "لتُطلق إشاعة قوية بما يكفي لكي تُسمع"، حسب تعبير فيزيائي الجسيمات ديفيد ميلر[4]، في إشارة إلى القوة المطلوبة لإحداث موجة في مجال طاقة هيجز يمكن اكتشافها تجريبيًّا.

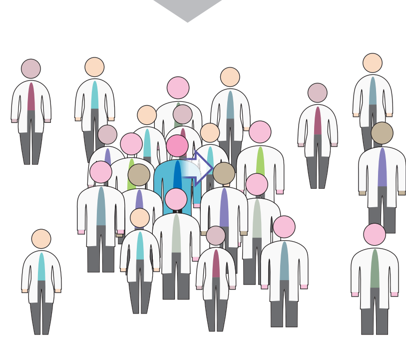
وفي النهاية، وُجِد أنّ نتيجة هذا المسعى بسيطة[5,6]. ففي فئة جزئية من التصادمات المسجلة بين البروتونات، هناك نتوء في طيف كتل أزواج الفوتونات وفي طيف كتل أربعة ليبتونات (إلكترونات و/أو ميونات). وتلك علامة على أننا استطعنا الوصول إلى حقل طاقة الخلفية الخاص بالكون بشدة كافية؛ لإحداث موجة فيه. تلك الموجة هي بوزون هيجز. وكثير من الأفكار النظرية الجميلة طُرِحت، لكنها أحيلت إلى النسيان، لأنها لم توافق كيفية عمل الكون، لكن هذا لا ينطبق على آلية منح الكتلة التي اقترحها براوت، وأنجلير، وهيجز، وآخرون –فالبوزون موجود بحق! ■

الآلية التي اقترحها أنجلير وبراوت (متوفّى) وهيجز، من بين آخرين، لتفسير كتل الجسيمات الأساسية تشمل مجال طاقة هيجز والجسيم المرتبط به: بوزون هيجز. وفيما يلي يظهر تمثيل تقريبي للآلية بناء على تفسير الفيزيائي ديفيد جيه. ميلر:

1. عالِم معروف جدًّا يدخل حجرة ممتلئة بفيزيائيين منتشرين بانتظام يتحدثون مع زملائهم. الحجرة تشبه فضاءً ممتلئًا بمجال هيجز.

2. بينما هو يتحرك عبر الحجرة، اجتذب "كتلة" من المعجبين، مما يشبه كثيرًا جسيمًا يكتسب كتلة بالتحرك خلال مجال هيجز.





3. الآن تخيل شائعة تتعلق بالعالم المعروف، تمر عبر أرجاء الحجرة.

4. سيتجمع الفيزيائيون معًا لسماع الشائعة، مما يسبب اضطرابًا متحركًا يناظر بوزون هيجز.





بن ألانَتش يعمل بقسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية، جامعة كمبريدج، كمبردج CB3 oWA، المملكة المتحدة. **جوناثان بتروورث** يعمل بقسم الفيزياء وعلم الفلك، كلية لندن الجامعية، لندن WC1E 6BT، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: b.c.allanach@damtp.cam.ac.uk
j.butterworth@ucl.ac.uk

1. Englert, F. & Brout, R. *Phys. Rev. Lett.* **13,** 321–323 (1964).
2. Higgs, P. W. *Phys. Rev. Lett.* **13,** 508–509 (1964).
3. LEP design report. CERN-LEP-84-01 (CERN, 1984).
4. www.hep.ucl.ac.uk/~djm/higgsa.html
5. The ATLAS Collaboration. *Phys. Lett. B* **716,** 1–29 (2012).
6. The CMS Collaboration. *Phys. Lett. B* **716,** 30–61 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 14 نوفمبر 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 14 نوفمبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الفيزياء

ذاكرة في لحظة

تُعَدّ العزوم المغناطيسية للذرات المغناطيسية المفردة مكونات جاذبة لكل من تطبيقات الذاكرة والحوسبة الكمية، لكن التفاعلات بين مثل تلك الذرات والركائز التي تقوم عليها تميل إلى تقويض استقرار العزوم المغناطيسية، مما يعطيها فترات عمر قياسية أقل من بضع ملِّي ثوان. ومؤخرًا، حدد توشيو مياماتشي وزملاؤه نظامًا مكونًا من ذرات مفردة من سلسلة لانثينيد العنصر الأرضي النادر هولميوم على سطح شديد التوصيل، حيث التماثلات الذاتية المتعلقة بخواص كل من الذرة والركيزة تقترن؛ لتقليل تفاعلات تقويض الاستقرار هذه. ونتيجة لذلك.. يمكن لعزوم الذرات المغناطيسية أن تحقق أعمارًا تصل إلى عدة دقائق.

Stabilizing the magnetic moment of single holmium atoms by symmetry

T Miyamachi *et al*

doi:10.1038/nature12759

الاستعداد لعصر الفونونيّات

في مجال أبحاث الفونونيات الناشئ، تؤدي السيطرة على الاهتزازات الميكانيكية الناقلة للصوت والحرارة ـ الفونونات phonons ـ دورًا جوهريًّا. ومِثْل الفوتونات والإلكترونات، يمكن معالجة الفونونات كجسيمات لأغراض كثيرة، وبذلك يمكن تسخيرها والتلاعب بها؛ للحصول تطبيقات مفيدة. يغطي الطيف الفونوني نطاقًا واسعًا من التأثيرات، من الصوتيات منخفضة التردد إلى الموجات فوق الصوتية والحرارة، بحيث تتيح التقنيات الفونونية تطبيقات واسعة، كالحماية من الهزات الأرضية، وفي مجال الصوتيات، ومجال مراقبة الحرارة. وفي هذه الدراسة، يناقش مارتن مقارَبَات عديدة للسيطرة على الفونونات عند نطاقات أطوال مختلفة، فالبلورات الفونونية والمواد المركبة الاصطناعية والكهربيات الحرارية والأجهزة الميكانيكية البصرية أمثلة لذلك. تقوم الثورة الرقمية الآن على درجة عالية من التحكم ، يمكن فرضها على الإلكترونات بأشباه الموصلات. ويجادل مالدوفان بأن التحكم الدقيق في الفونونات قد تكون له نتائج مفاجئة ومثيرة مماثلة.

Sound and heat revolutions in phononics

Martin Maldovan

doi:10.1038/nature12608

علم الفلك

انفجار جوي في تشليابنسك

رُصِدت الكرة النارية التي اندفعت كلمح البصر عبر سماء تشليابِنسك في روسيا في 15 فبراير 2013 بمعدات عديدة، شملت مئات من أشرطة فيديو الهواة، ومدّت الفلكيين بثروة من المعلومات. وقدمت ورقتان بحثيتان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» رصدًا تفصيليًّا لحدث تشليابنسك. ومن تحليل أشرطة الفيديو، حدد جيري بوروفتشكا وزملاؤه مسار وسرعة الشهاب الفائق المتفجر بدقة عالية. كان مداره مماثلًا لمدار الكويكب 86039 (1999NC43) بقُطْر يبلغ كيلومترين، مما يشير إلى أن الجسمين ربما كانا من نفس عائلة الكويكبات. وأظهروا تفتُّته إلى قطع صغيرة نسبيًّا على ارتفاعات تتراوح بين 30 إلى 45 كيلومترًا. وقد حلل بيتر براون وزملاؤه الدمار الذي أحدثه الانفجار الجوي، الذي قدّروا أنه يعادل طاقة تفجير 400–600 كيلوطن من متفجرات TNT. يرى الباحثون أن المتصادمات ذات الأقطار المقدَّرة بعشرات الأمتار قد تكون أكثر عددًا من التقديرات، مما يحول الكثير من مخاطر التصادم المتبقية إلى تلك الأحجام.

The trajectory, structure and origin of the Chelyabinsk asteroidal impactor

J Borovička *et al*

doi:10.1038/nature12671

A 500-kiloton airburst over Chelyabinsk and an enhanced hazard from small impactors

P Brown *et al*

doi:10.1038/nature12741

الشكل أسفله | مسقط أرضي لطرَف المسار الشهابي ومجال تناثر النيازك. المسار الأساسي (خط أحمر سميك) ومسار الشظايا F1 (خط برتقالي رفيع) كما تبدو على خريطة جوجل إيرث. تشير العلامات إلى الارتفاعات بالكيلومترات. وتظهر مواضع تصادم متوقعة لإحدى عشرة شظية مرصودة (F1–F4 وF6 وF7 وF11–F15). وتحدد أيضًا مواضع التصادم لشظايا صغيرة (غير مرصودة) مُحاكاةً. وتدل النقاط الصفراء على شظايا انفصلت عند ارتفاعات أكثر انخفاضًا (21-26 كيلومترًا)، تنشأ الشظايا الوردية بمناطق التشظِّي الأساسية عند ارتفاع 30-39 كيلومترًا، وتنشأ الشظايا البنية بمناطق تشظٍّ تقع على ارتفاعات أكبر من 40 كيلومترًا. تناظر مقاسات النقاط الثلاث الكتل الطرفية (الحدية) وهي 1-10 جرامات و10-100 جرام وأكبر من 100 جرام. وقد قُدِّرت كتلة ثاني أكبر شظية F2 بثلاثين كيلوجرامًا، اعتمادًا على تباطؤها المرصود. حُسبت ديناميات ما بعد التحليق الساطع (التحليق المظلم) باستخدام حقل الرياح من أقرب مسبار لاسلكي متاح عند مستعمرة فيرخني دوبروفو (180 كم شمال تشليابِنسْك). وقد تم قياسها عند التوقيت العالمي 0:00 في 15 فبراير 2013. وباستخدام حقل الرياح الذي تم قياسه بمسبار لاسلكي في كورجان (250 كيلومترًا شرق تشليابِنسْك)، ستنحرف النيازك أكثر نحو الجنوب (2.5 كم لنيزك كتلته 200 جم). يظهر موضع الحفرة الناتجة عن التصادم ببحيرة تشيباركول (والمُمَيَّزة في الصورة بكلمة "حفرة التصادم")، وكذلك المركز المتوسط لحقل تناثر النيازك الصغيرة. نتوقع أن توزيع الكتلة ـ كما في حالات أخرى ـ سيكون أكثر تعقيدًا، وحقل التناثر أكبر من التوقعات المثالية لنموذجنا.

الطب التجددي

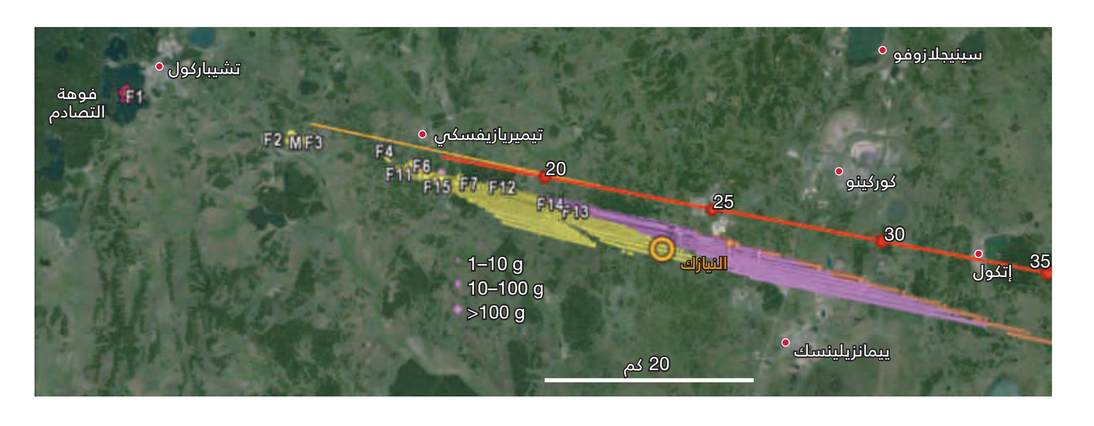
الخلايا الظهارية تغدو قاعدية بالجسم الحي

يتتبع أنساب الفئران في الجسم الحي وخلايا مُصَنَّفة مستنبتة مخبريًّا، بحث جايارإج راجاجوبال وزملاؤه قدرة خلايا الإفراز المتمايزة في ظهائر مجرى الهواء على فقدان التمايُز وتحولها إلى خلايا قاعدية تؤدي وظائفها كخلايا جذعية لمجرى الهواء لدى الراشدين. تشير النتائج إلى أن فقدان أنواع الخلايا الملتزمة لتمايزها لتصبح خلايا جذعية قد يُسهِم بصورة أعم في القدرة التجددية للفقاريات العليا في مختلف الأعضاء ونطاقات الإصابة.

Dedifferentiation of committed epithelial cells into stem cells *in vivo*

P Tata *et al*

doi:10.1038/nature12777



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإيدز

أجسام مضادة أُحادية النّسيلة لعلاج HIV1

اختَبرت ورقتان بحثيتان نُشرتا مؤخرًا جيلا جديدًا فعّالًا واسع التأثير من أجسام مضادة أُحاديّة النسيلة (mAbs) مضادة لفيروس نقص المناعة البشرية (HIV1)، في نماذج الرئيسيات مع نتائج واعدة. وخلصت الدراستان إلى أن نتائجهما تشجع بقوة البحث في العلاج بالأجسام أحاديّة النسيلة المضادة لفيروس نقص المناعة البشرية HIV1 في البشر. وأظهر دان باروخ وزملاؤه أن ضخة واحدة من أجسام PGT121 الفعّالة كبيرة التأثير المضادة لفيروس نقص المناعة البشريةHIV1 ، إضافة إلى مختلف كوكتيلات الأجسام المضادة أُحادية النسيلة، تكبح الفيروس لمستويات يصعب اكتشافها في أسبوع واحد فقط في قرود الربص الهندية المصابة بفيروس نقص المناعة المكتسبة القردي (SHIV). أورد ماساشي شنجاي وزملاؤه أن علاجًا مزدوجًا بالأجسام المضادة BNC1173 و10-1047 يؤدى إلى كبح فعال للحمل الفيروسي (دخول الفيروسات مجرى الدم) يستمر عدة أسابيع في قرود المكاك مزمنة الإصابة بفيروس نقص المناعة المكتسبة القردي.

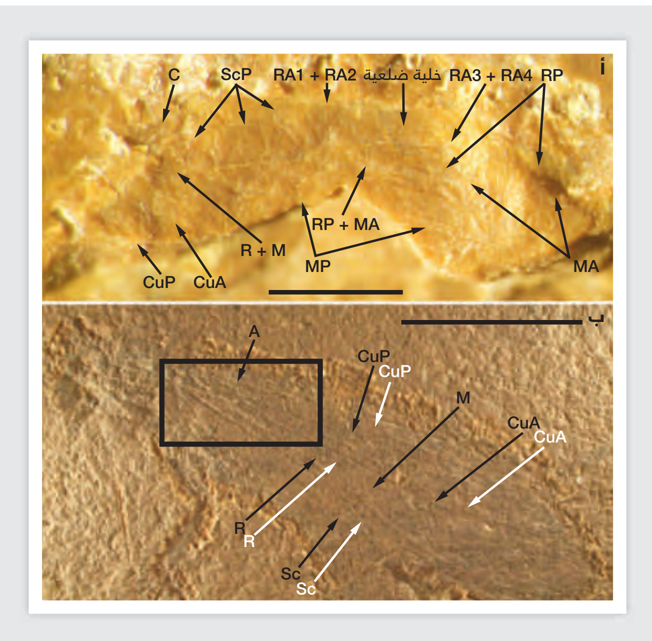
Therapeutic efficacy of potent neutralizing HIV-1-specific monoclonal antibodies in SHIV-infected rhesus monkeys
D Barouch *et al*
doi:10.1038/nature12744

Antibody-mediated immunotherapy of macaques chronically infected with SHIV suppresses viraemia
M Shingai *et al*
doi:10.1038/nature12746

تقنيات نانوية

مجمَّعات مرقّعة

هناك اهتمام عملي معتبر بتطوير أدوات تصنيع أنظمة اصطناعية متعددة المكونات، تحاكي النسق الهرمي الموجود في العالم الطبيعي، حيث يمكن تجميع مواد حيوية معقدة من كتل بناء جزيئية بسيطة، لكنها مُعرَّفة جيدًا. وقد طوَّر أندريه جرويشل وزملاؤه نهجًا للبناء من أسفل إلى أعلى، كخطوة في ذلك الاتجاه. ففي السابق، صمم الباحثون بوليمرات خطية بسيطة ذاتية التجمع في محلول؛ لإنتاج حبيبات نانوية أحادية التشتت مع تباينات خواص تفاعل معرفة جيدًا، هي "رقع" سطحية توجه التجمع الذاتي للحبيبات نحو بِنَى أكبر. ومؤخرًا، أظهر الباحثون أن البوليمرات المختلفة يمكن استخدامها في تركيبة لإنتاج حبيبات نانوية متعايشة لتناظر مختلف، ومفصّلة خصيصًا للتجمع معًا لتكوين بِنًى ثنائية وثلاثية هرمية مرتبة جيدًا.



علم الحشرات

التنوع في التجمعات المبكرة للحشرات

أظهر اكتشاف مجموعة من أنواع الحشرات غير المعروفة سابقًا ـ التي عاشت منذ 300 مليون سنة ـ مستوى لافت للتنوع في تجمعات الحشرات المبكرة. وحَدَّدَ أندريه نيل وزملاؤه أقدم ممثلين لمجموعات كاملات الانسلاخ، وهما رتبة غِشائيَّات الأجنحة، ورتبة غمديات الأجنحة، جنبًا إلى جنب مع أقدم يرقة دقيقة من كامِلات الانْسِلاخ، وأقدم القهبليات، وأقدم نِصْفِيَّات الجَناح في العَصر الكربونيّ المتأخر. هذه كلها حفريات صغيرة، كشف عنها المجهر التَّجْسيمي، عاشت في الوقت نفسه مع حشرات "عملاقة" مألوفة وأسهل دراسةً في حقب الدهر القديم. تشمل الأحافير، الموصوفة هنا، أمثلة مبكرة جدًّا من مجموعات من شأنها أن تتطور يومًا من الأيام إلى خنافس وحشرات حقيقية وغِشائيَّة الأجنحة (نمل، ونحل، وزنابير)، وتمثل معًا أغنى مجموعات الحيوانات الحديثة بالأنواع.

The earliest known holometabolous insects
A Nel *et al*
doi:10.1038/nature12629

الشكل أعلاه | أمثلة لغشائيات أجنحة الجذع، ومغمدات أجنحة الجذع. أ، بصمة جنس ونوع جديد *Avioxyelagallica*. **ب-د**، جنس ونوع جديد *Stephanastuspolinae*. **ب**، خِلقة عامة (السهام البيضاء والسوداء تناظر الأوردة وجناحي المقدمة). **ج**، إعادة تركيب خلقة (العديد من الأوردة الزائفة المُقْحَمَة الطولية أزيلت للإيضاح). **د**، توسع قاعدة جُنَيح غِمدي (صندوق أسود في **ب**). A: وَريد شَرَجِيّ؛ C: مِرْفَق؛ CuA: مِرْفَق أماميّ، CuP: مِرْفَق خلفي؛ cua-cup: حاصِرَة المِرْفَق؛ M: الأوسط، PC: قبل الأضلاع؛ R: نصف قطر؛ RA: نصف قطر أماميّ؛ RP: نصف قطر خلفي؛ ScP: تحت الضِّلع الخلفي. مقياس البار، مليمتر واحد (**أ**)، 10مليمترات (**ب**).

وتتفاوت التطبيقات الممكنة لذلك النهج بين المواد الذكية والفوتونيات.

Guided hierarchical co-assembly of soft patchy nanoparticles
A Gröschel *et al*
doi:10.1038/nature12610

الوراثة

محفِّز التضفير في السپلايسيوسوم

مركب السپلايسيوسوم، المحتوي على الحمض النووي الريبي والبروتين، يزيل الإنترونات من الجزيئات السابقة للحمض النووي الريبي المرسال (-pre mRNA). وبناءً على وجود إنترونات المجموعة الثانية ذاتية الجَدْل، نوع من الريبوزيم، افتُرِض منذ أكثر من ثلاثين عامًا أن الأحماض النووية الريبية النووية الصغيرة (snRNAs) من السپلايسيوسوم ستحفز التضفير. ورغم عقود من البحث، لم يرد دليل قاطع على دور للحمض النووي الريبي أو البروتين في تحفيز التضفير. ومؤخرًا، حدد جوزيف پكتشِرلي وزملاؤه الحمض النووي الريبي النووي الصغير U6 المحتوي على معدن باعتباره مُحفزًا، بل إن البيانات تقترح بقوة أصلًا تطوريًّا مشتركًا للسپلايسيوسوم وإنترونات المجموعة الثانية.

RNA catalyses nuclear pre-mRNA splicing
S Fica *et al*
doi:10.1038/nature12734

الجيولوجيا

مياه محفوظة من محيط طباشيري

ينبغي للجيولوجيين وعلماء المحيطات عمومًا الاعتماد على الأدلة غير المباشرة من تحليل المواد الصلبة بأعماق لب الرسوبيات لدى تقدير درجة حرارة وملوحة المحيطات الغابرة، لكنّ فريقًا من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية حدد مؤخرًا كتلة مياه جوفية، هي في الواقع بقايا مياه محيط غابر، كتلة مياه بحر بشمال الأطلسي من العصر الطباشيري المبكر. وأسفر الحفر العميق بموقع فوهة اصطدام بخليج تشسابيك عن مياه جوفية بتوقيع تكوين كيميائي ونظائري، مما يبيّن أنها كانت محصورة بالرواسب قبل حدوث الاصطدام بحوالي 35 مليون سنة. وربما كُمِّنَت المياه دون اضطراب مدة

أطول كثيرًا.. فمعدل ملوحتها حوالي 70 جزءًا لكل ألف، أي ضعف ملوحة مياه البحر الحديثة، وربما يبلغ عمرها 100–145 مليون سنة.

Evidence for high salinity of Early Cretaceous sea water from the Chesapeake Bay crater

W Sanford *et al*

doi:10.1038/nature12714

البيولوجيا الجزيئية

الالتهاب في مرض كرون

الاختلافات في ATG16L1 ـ وهو بروتين منخرط في الالتهام الذاتي ـ هي عوامل تزيد مخاطر الإصابة بمرض كرون Crohn، لكن رغم أن الفئران متماثلة اللواقح بالنسبة لأليل مخاطر ATG16L1 الشائع تظهر وظيفة غير طبيعية لخلايا بانيث، فإنها لا تصاب بالتهاب الأمعاء، كما كان متوقعًا. ومؤخرًا، أظهر ريتشارد بلومبرج وزملاؤه أن قصور الالتهام الذاتي أو استجابة البروتين غير المطوي داخل خلايا بانيث يؤدي إلى اشتباكها تعويضيًّا لبعضها البعض، لكن ينشأ التهاب القولون فقط عند قصور المسارين. يُبرز هذا العمل أهمية دعم الالتهام الذاتي دوائيًّا، كنهج علاجي ممكن للسيطرة على التهاب الأمعاء.

Paneth cells as a site of origin for intestinal inflammation

T Adolph *et al*

doi:10.1038/nature12599

آلية لتعديل المستقبِل المقترن ببروتين G

ثلث الأدوية المستخدمة إكلينيكيًّا يُحْدِث تأثيراته الحيوية بواسطة المستقبِل المقترن ببروتين–G (GPCR)، عادة بطريق التقييد عند موقع أورثوستيري (لتقييد ليجاند أساسي)، في منافسة مع ليجاندات تنظم إشارات المُستقبِل طبيعيًّا. وتصميم جزيئات صغيرة تستطيع تعديل مستقبِل مقترن ببروتين– G انتقائيًّا بالتقييد إلى موقع تفارغي هو هدف مرغوب، لكن صعب التحقيق، نظرًا إلى أن أوضاع التقييد والآليات الجزيئية لمثل هذه الجزيئات مجهولة. وفي هذه الدراسة، استخدم الباحثون محاكاة الديناميات الجزيئية، مع التحقق التجريبي، لتحديد أين وكيف تقيد المُعَدِّلات التفارغية المتنوعة بنيويًّا إلى مستقبلات الأستيل كولين المسكاريني M2، الذي هو ضروري للمراقبة الفسيولوجية لوظائف القلب والأوعية الدموية. ورغم التنوع البنيوي الملموس للّيجاندات الجزيئات الصغيرة، شكلت جميع الجزيئات تفاعلات كاتيون–باي (cation-pi) مع مجموعات من البقايا العطرية في دهليز المستقبِل خارج الخلية، على بعد حوالي 15 أنجسترومًا (Å) من جيب تقييد الليجاند. وقد تيسِّر هذه النتائج تصميمًا رشيدًا للمُعدّلات التفارغية التي تستهدف المستقبلات المسكارينية، ومستقبِلات مُقترنة ببروتين–G ذات صلة.

Structural basis for modulation of a G-protein-coupled receptor by allosteric drugs

R Dror *et al*

doi:10.1038/nature12595

بروتين أربين يوجِّه هجرة الخلية

تكون هجرة الخلية مدعومة بشبكات الأكتين المتفرعة المتولدة عن نشاط التَنوّي (تكوين النوى على سطح متحول الطور) لمُجمّع 3/Arp2 . في هذه الدراسة، حدَّد ألكسيس جوترو وزملاؤه بروتينًا جديدًا يسمى (أربين) Arpin يثبط مجمع 3/Arp2 ويحد من استكشاف الخلية بخفض سرعة الخلية، والتواصل الاتجاهي للهجرة. وبالتالي، يوجه أربين هجرة الخلية، وهو مرشح رئيس للضبط الدقيق لأنشطة هجرة فسيولوجية موجّهة بواسطة إشارات متنوعة.

Inhibitory signalling to the Arp2/3 complex steers cell migration

I Dang *et al*

doi:10.1038/nature12611

علم الأعصاب

الإدراك البصري في أدمغة الحشرات

تستطيع الحشرات أداء مهام مركبة في الذاكرة وإدراك الأنماط البصرية، وهي قدرات تجهزها لسلوكيات حركية صعبة، كالطيران، لكن ليس معروفًا إنْ كانت عصبونات المُجمّع المركزي للذبابة تمثل الملامح البصرية، أم لا، وكيف تمثلها. ومؤخرًا، صَوّر يوهانس سيليج وفيڤك جايارامان عصبونات المجمع المركزي لذبابات الفاكهة دروسوفيلا سوداء البطن في المشي ثابت الرأس والطيران، وأظهروا أن العصبونات الحلقية هناك تمثل ملامح بصرية، مثل ضبط التوجه انتقائي الاتجاه، وبالتالي تشبه ما يسمى بالخلايا البسيطة في قشرة الثدييات البصرية الأولية. ويضع هذا العمل أسس البحث الوراثي للدّارات العصبية المستخدمة في الأوامر الحركية الموجهة بصريًّا.

Feature detection and orientation tuning in the Drosophila central complex

J Seelig *et al*

doi:10.1038/nature12601

التوحد

طبيعة متلازمة فِيلان–مَكْدِيرْمِد

إنّ حذْف كروموسوم 22q13.3 يسبب «متلازمة فيلان-مكديرمِد» (PMDS)، وهي اضطراب نمو عصبي مرتبط بالتوحد. وقد استحث ريكاردو دولمتش وزملاؤه خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات (iPS) من مرضى متلازمة فيلان–مكديرمد مصابين بالتوحد، واستخدموها لإنتاج عصبونات. خفّضت عصبونات متلازمة فيلان–مكديرمد التعبير عن جين SHANK3، الذي يرمز لبروتين موجود في بنية تعرف باسم «الكثافة بعد المشبكية»، ولخَلَل في الانتقال المشبكي الاستثاري يمكن استعادته بزيادة جين SHANK3 ، أو بعامل النمو1 شبيه الإنسولين. وتضيف هذه النتائج إلى صورة العجز المشبكي الملحوظة في اضطرابات طيف التوحد، وتشير إلى آليات محتملة لاستعادتها.

SHANK3 and IGF1 restore synaptic deficits in neurons from 22q13 deletion syndrome patients

A Shcheglovitov *et al*

doi:10.1038/nature12618

علم الخلية

الخلايا التي تعرف مكانها

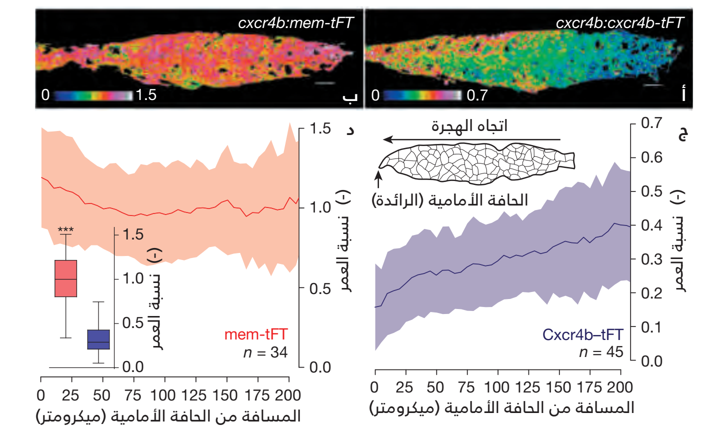
الرأي المقبول حاليًا لكيفية هجرة الخلايا اتجاهيًّا عبر مسافات طويلة ـ قوة دافعة مهمة بمرحلة التكوين الجنيني ـ أنها تنتقل باستخدام تدرجات إرشادية جاذبة كيميائيًّا وسابقة التنميط. وفي هذه الدراسة، يقدم دارين جيلمور وزملاؤه أول دليل في الجسم الحي لآلية مختلفة: تشكيل تَدَرُّج إرْشادي ذاتي التولد. باستخدام منشم الخط الجانبي لسمك الزرد نموذجًا لهجرة الخلايا الجمعية، أظهر الباحثون أن الأنسجة المهاجرة تحدد اتجاهها بتوليد تدرجات محلية في إشارات إرشاد خارج الخلية، منتظمة ابتداءً، مما ينتج موجة ترحال. ومستقبِل كيموكين (المُنشط الكيميائي) الشاذ Cxcr7 هو المنظم الرئيس للعملية، لكونه ضروريًّا وكافيًا للهجرة ذاتية التوجيه. واستنتاج أن الخلايا يمكنها ذاتيًّا تحديد طرق هجرتها ستكون له آثار أوسع في عمليات معينة، مثل انبثاث السرطان.

Directional tissue migration through a self-generated chemokine gradient

E Donà *et al*

doi:10.1038/nature12635

الشكل أسفله | تدرُّج عُمر مستقبِل المنشط الكيميائي كيموكين المنظم بلياجند يشير إلى هجرة ذاتية التولد. أ،ب، بدايات مربوطة بغشاء لا تستجيب إلى Cxcl12a تُعبِّر cxcr4b: cxcr4b-tFT (أ) أو نسخة (ب) (cxcr4b:mem-tFT). **ج،د،** لمحات عن نسبة العُمر المنحلة مكانيًّا بالنسبة إلى Cxcr4b-tFT (ج)—وmem-tFT (د)، البدايات المعبرة عند h.p.f 32.. صورة ملصقة: نسب العمر على نطاق الأنسجة (رسم لنتائج اختبار ولش-P<0.001*** ،t).



الجينوميات

تفاعلات الكروماتين في الخلايا الليفيّة

«هاي-سي» Hi-C تقنية جينومية أساسها التقاط تشكُّل الكروموسوم (3C)، يمكنها تحديد تفاعلات التحلُّق طويلة المدى للكروماتين بجميع أنحاء الجينوم بطريقة غير مُوَجَّهة. وقد طوّر بنج رن وزملاؤه خطّ أنابيب تحليل جديد لمجموعات بيانات «هاي-سي»، التي توفر قدرة تحليلية محسَّنة كثيرًا، بحيث يمكن تعريف التفاعلات بين العناصر التنظيمية المَقْرونة، كالمعززات والحَاثّات. ولَدَى تطبيقهم لدراسة تفاعلات الكروماتين الديناميكية أثناء تأشير NF-κB في الخلايا الليفية البشرية، وجد الباحثون غالبية التفاعلات بين المعززات والحَاثّات قد تشكلت بالفعل قبل تقييد عوامل النسخ محددة التتابع إلى المعززات. وبالتالي تظهر الأهداف التنظيمية لعوامل النسخ ماثلة ببنية الكروماتين.

A high-resolution map of the three-dimensional chromatin interactome in human cells

F Jin *et al*

doi:10.1038/nature12644



غلاف عدد 21 نوفمبر 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 21 نوفمبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا الجزيئية

مضاد حيوي يقتل الخلايا الصّامِدة

تزيد الطبيعةُ المزدوجة لاستجابة البكتيريا للعقاقير من المخاوف حول قدرة المضادات الحيوية الراهنة على التعامل مع إصابات العدوى المستقبلية. فقد طوّرت بعض أنواع البكتيريا مقاومة وراثية، لكنّ أنواعًا أخرى تحمَّلت وقدرت على البقاء في وجود المضادات الحيوية، وذلك بتكوين خلايا خاملة معروفة بـ(الصَّامِدَة)، حيث تكون الأهداف الإنزيمية للمضادات الحيوية خاملة. وقد بحث كيم لويس وزملاؤه عن مُرَكَّبات تستطيع قتل الخلايا الصامدة بإفساد أهداف داخل هذه الخلايا محدودة الطاقة. وأثبت الباحثون أن المضاد الحيوي أسليديبسيبتيد (ADEP4) ينشِّط إنزيم بروتياز ClpP وآلات حلّ البروتين في الخلية، فتقتل الخلايا الصامدة بإجبارها على تحلل مجموعة من البروتينات الخلوية. وهذه النتيجة قد تكون مهمّة، لأنها تشير إلى أن الجمع بين مُرَكَّبات معينة، مثل أسليديبسيبتيد، مع مضادات حيوية تقليدية يمكن أن يوفِّر استراتيجيات جديدة وقوية؛ لمكافحة الأمراض المزمنة.

Activated ClpP kills persisters and eradicates a chronic biofilm infection

B Conlon *et al*

doi:10.1038/nature12790

علم الفلك

تشبه الأرض.. لكنها أكثر سخونة!

اكتُشفت بضعة كواكب خارجية بحجم الأرض أو بكتلتها تقريبًا. ومؤخرًا ـ لأول مرة ـ تم تحديد حجم وكتلة أحدها، وهو كوكب كبلر-78ب، الذي وُصِف لأول مرة في أغسطس الماضي. وهو كوكب قريب من نجمه المضيف، حيث يكمل دورته حول نجمه كل 8.5 ساعات. واستطاعت مجموعتان استغلال قرب الكوكب والنجم؛ لإجراء قياسات دوبلر طيفية لكتلة كبلر-78ب. واستخدم الفريقان ـ بقيادة أندرو هوارد، وفرانسيسكو بيبي ـ تليسكوبات مختلفة؛ للوصول إلى تقدير كتلة الكوكب بحوالي 0.41±1.69 و1.86±0.38/0.245- كتلة أرضية، على التوالي. وحسب الباحثون متوسط كثافة الكوكب، فجاء 5.3 و5.57 جم / سم مكعب، وهو متوسط كثافة قريب جدًّا لمتوسط كثافة الأرض، ويتسق مع تركيب شبيه بتركيب الأرض من صخور وحديد.

An Earth-sized planet with an Earth-like density

F Pepe *et al*

doi:10.1038/nature12768

A rocky composition for an Earth-sized exoplanet

A Howard *et al*

doi:10.1038/nature12767

علوم البيئة

CO_2 ينتقل بواسطة المياه الداخلية

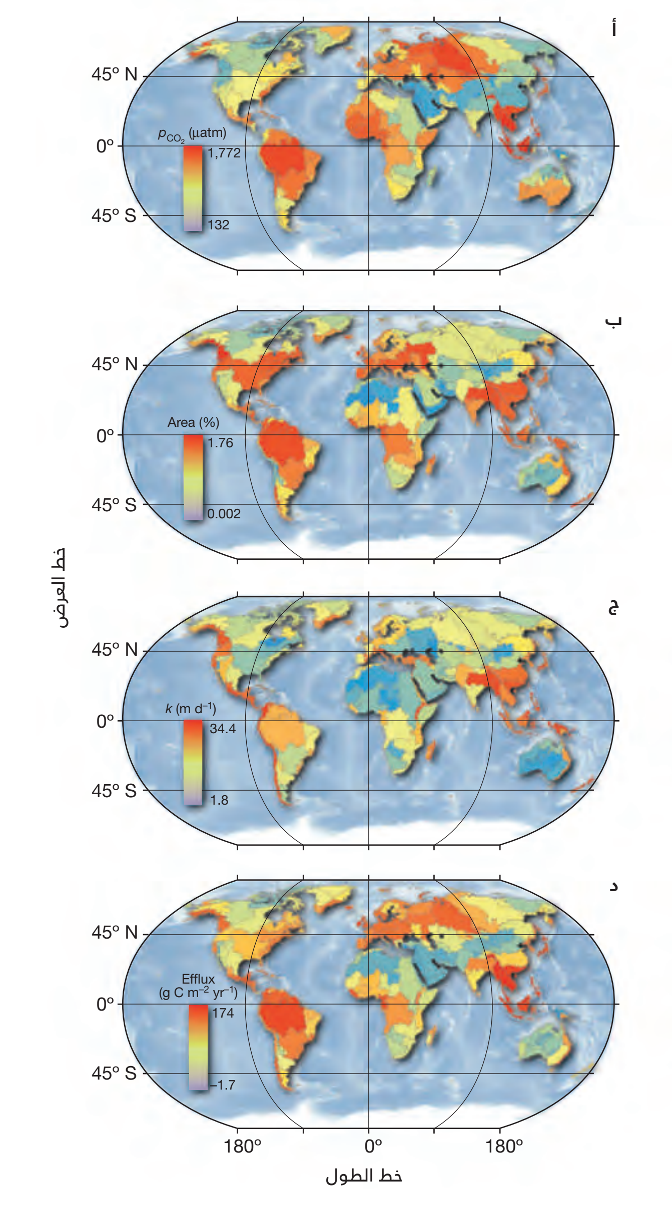
هناك إدراك متزايد في العقود الأخيرة إلى أنّ مياه اليابسة الداخلية تُطلِق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي. وحتى وقت قريب، كان الحصول على تقديرات عالمية لكمية الكربون المنتقلة بتلك الطريقة صعب المنال. وقد جمعتْ هذه الدراسة بين مجموعات بيانات جديدة ومقارَبة منهجية للمشكلة، وقَدَّرَتْ معدَّل انبعاثات الكربون العالمية باثنتين من البيتاجرامات سنويًّا من الجداول والأنهار والبحيرات والخزانات، وهي معدلات أعلى من الأرقام السابقة، بسبب إسهامات الجداول والأنهار. ويحدِّد هذا التحليل الجديد أيضًا نقاطًا عالمية ساخنة لانبعاثات كربون الجداول والأنهار، حيث يحدث 70% من تدفق ثاني أكسيد الكربون فوق 20% فقط من سطح اليابسة.

Global carbon dioxide emissions from inland waters

P Raymond *et al*

doi:10.1038/nature12760

الشكل أسفله | خرائط معاملات تبادل غاز الجداول والأنهار. أ، ب، pCO_2، مساحة السطح الفعالة، **ج،** سرعة انتقال غاز الجداول، **د،** تدفق ثاني أكسيد الكربون (تسوية المساحة معياريًّا بالنسبة إلى إجمالي مساحة السطح للتجزئة الساحلية ومستجمعات المياه ذات الصلة COSCAT).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأجنة

آليّات النمو الجنينيّ باستحثاث تعدُّد القدرات

تحدِّد هذه الدراسة عوامل رئيسة مسؤولة عن بدء برنامج النمو الناتج عن اندماج مشيجَيْن خلال التخلق المُضْغِيّ الجنيني. فبعد الإخصاب مباشرة، توجِّه العوامل الأُمومِيّة النمو، وتُطْلِق تنشيط الجينوم الناتج عن اندماج مشيجَيْن عند الانتقال من الأُمومي إليه. وقد استخدم أنطونيو هيرالديز وزملاؤه تحليلات فقدان الوظيفة، وفك تتابعات الترانسكريبتوم عالي الإنتاجية وبَصْمَة الريبوسوم؛ لتحديد الأدوار المهمة لعوامل تَعَدُّد القُدْرَات: Nanog، وPou5f1، وSoxB1 في بدء النسخ الناتج عن اندماج مشيجَيْن، وتصفية المنتسخات الأُمومِيّة في جنين سمكة الزرد. وتشير النتائج إلى ارتباط محتمَل لآليات النمو الجنيني باستحثاث تعدُّد القدرات، وإعادة البرمجة.

Nanog, Pou5f1 and SoxB1 activate zygotic gene expression during the maternal-to-zygotic transition

M Lee *et al*

doi:10.1038/nature12632

علم الإنسان

حجم البشرية يؤثر على الإرث الثقافي

من سمات البشر المهمة.. قدرتهم على مراكمة الثقافة، وهي القدرة على تمرير سلوكيات مكتسَبة من جيل إلى آخر. وتشير نتائج نظرية إلى أن حجم السكان يُعَدّ عاملًا مهمًا في التطور الثقافي، حيث تتآكل المعلومات مع التجمعات السكانية الصغيرة جدًّا، لكنها تتراكم في التجمعات السكانية الكبيرة بدرجة كافية. وبالعمل مع مجموعات من المتطوعين الذين كانوا يلعبون لعبة ثقافية تجريبية، وجد ماكسيم ديريكس وزملاؤه دلائل تدعم هذا التنبؤ. وأظهروا أنه أثناء العملية التكرارية، لا تستطيع المجموعات الصغيرة الاحتفاظ بالقدرة على إكمال مهمة معقدة، أو تحسين مهمة بسيطة، في حين تستطيع المجموعات الأكبر تحسين نوعي المهام عبر الزمن.

Experimental evidence for the influence of group size on cultural complexity

M Derex *et al*

doi:10.1038/nature12774



الشكل أعلاه | بنية HG3.17 البلورية في مركب مع 6-نيتروبينزوتريازول. أ، منظر مقطوع بالموقع النشط يظهر توافقًا احتضانيًّا لليجاند داخل جيب التقييد. يظهر الليجاند في وضع مالئ للفراغ (الكربون: برتقالي؛ النيتروجين: أزرق؛ الأكسجين: أحمر؛ والهيدروجين: أبيض). وتظهر البقايا المهمة كقضبان (الكربون: الأبيض). وتظهر جزيئات الماء المرتبة في الموقع النشط على هيئة كرات (الأحمر: إشغال كامل؛ البرتقالي: إشغال جزئي). **ب،** كثافة الإلكترونات للمثبط المتفاعل مع Asp127، وGln50. أحيط الخريطة $2F_o - F_c$ عند 5.5σ. تشير الخطوط المتقطعة إلى الروابط الهيدروجينية.

الكيمياء التخليقية

حفز إنزيم الضبط

تقوم الإنزيمات انتقائيًّا بتثبيت حالة انتقالية (مقيِّدة للمُعدَّل) للتفاعل المُحَفَّز، نسبةً إلى الحالَة الأرضية (القاعِديَّة). والمحاولات السابقة لاستغلال هذه الفكرة باستخدام نظائر الحالة الانتقالية، مثلًا، لاستنباط أجسام مضادة بأنشطة حفازة، فشلت عمومًا في توليد حافزات شبيهة بإنزيم حقيقي. وفي هذه الدراسة، قام الباحثون بهندسة وتطوير محفِّز بروتيني مصمَّم حسابيًّا لنظام إزالة كيمب Kemp، وهو نموذج مدروس جيدًا لنقل بروتون من الكربون إلى إنزيم اصطناعي يسرِّع التفاعل الكيميائي (6x 10^8) ضعفًا، مقتربًا من الكفاءة الاستثنائية للإنزيمات الطبيعية المثلى للغاية. وتشير البِنْيَة البلورية عالية الاستبانة بالأشعة السينية للإنزيم المستنبط إلى أن استراتيجيات الحفز المعروفة جيدًا ـ مثل تكامل الشكل والمجموعات الحفزيَّة الموضوعة بدقة ـ سُخِّرت بنجاح لتتحمَّل مثل هذه التسارعات في ارتفاع المعدل.

Precision is essential for efficient catalysis in an evolved Kemp eliminase

R Blomberg *et al*

doi:10.1038/nature12623

الوراثة الجزيئية

تعطيل مثيلة DNA بحمض RNA غير مُرَمَّز

إنّ مثيلة الحمض النووي هي بمثابة تعديل غير جيني مرتبط بإسكات التعبير الجيني. وقد طرح دانيال تِينِن وزملاؤه أن النَّسْخ النشط ينظِّم مستويات مثيلة الحمض النووي مباشرة. والحمض النووي الريبي غير المُرمِّز، الناشئ عن جين CEBPA الحساس للمثيلة، والمدروس جيدًا، يتفاعل مع إنزيم ناقِلَة ميثيل الحمض النووي DNMT1، لمنع المثيلة عند موضع جين CEBPA؛ مما ييسِّر تعبير جينCEBPA . ويبدو أن الترابطات الوظيفية بين إنزيم DNMT1 والأحماض النووية الريبية تحدث في مواضع جينات عديدة. وتدعم هذه النتائج الفرضية القائلة إنّ RNA غير المرمّز يشارك في تنظيم أنماط المثيلة الجينومية بالتفاعل مع إنزيم DNMT1، وتقترح استراتيجية علاجية محتملة؛ لتعديل محدد الموقع لمثيلة الحمض النووي الشاذ.

DNMT1-interacting RNAs block gene-specific DNA methylation

A Ruscio *et al*

doi:10.1038/nature12598

الخلايا الجذعية

إشارات Wnt المتناوبة في خلايا جذعيّة

يُعتقَد أن شيخوخة الخلايا الجذعية تعطِّل توازن الأنسجة بأعضاء تعتمد جدًّا على نشاط الخلايا الجذعية، كالأمعاء والجلد والدم. ولا تزال الآلية الكامنة وراء شيخوخة الخلايا الجذعية غير مُعرَّفة جيدًا. وهنا، التقط هارتموت جايجر وزملاؤه تحوُّلًا غير متوقَّع من مسار إشارات Wnt المتعارف عليه ـ الشكل شائع الملاحظة ـ إلى متغيِّر غير متعارَف عليه في شيخوخة الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs) في الفئران. وخلص الباحثون إلى أن تعبير Wnt5a المرتفع له دور سببي في شيخوخة الخلايا الجذعية، بوساطة RhoGTPase Cdc42 الصغير. واستهداف Wnt5a وراثيًّا يخفِّف شيخوخة الخلايا الجذعية، ويستحث التَّجَدُّد الوظيفي.

A canonical to non-canonical Wnt signalling switch in haematopoietic stem-cell ageing

M Florian *et al*

doi:10.1038/nature12631

الأحياء المجهرية

ارتباط بكتيري في مرض جلدي شائع

إنّ نشوء التهاب الجلد التأتبي ـ وهو مرض جلدي التهابي مزمن ـ غير مفهوم تمامًا. والمعلوم أن الحالة تحدث بوساطة استجابة مناعية من جلُوبولين مناعي E غير طبيعي في وضع اختلال وظيفي بالحاجز الجلدي، وتنشيط الخلايا البدينة. ومما يثير الاهتمام، في أكثر من 90% من مرضى التهاب الجلد التأتبي، أنّ آفات الجلد قد استعمرتها المكوّرات العنقودية الذهبية. وحدَّدت هذه الدراسة صلة آلية محتمَلة بين بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية ومرض حساسية الجلد. وأظهر جابريل نونيز وزملاؤه أن السموم الداخلية لدلتا δ-toxin التي تنتجها البكتيريا تستحث زوال تحبُّب الخلايا البدينة ومرض جلدي التهابي في الفئران، وأنّ كلًّا من استجابة الجلوبيولين المناعي IgE وعلامات التهاب الجلد قد كُبِحت لدى فئران ذات نقص في الخلايا البدينة.

Staphylococcus d-toxin induces allergic skin disease by activating mast cells

Y Nakamura *et al*

doi:10.1038/nature12655

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإيدز

كيف يتفادى فيروس HIV-1 المقاوَمة

تصيب عدوى فيروس نقص المناعة البشرية (HIV-1) البلاعم بشكل لافت، وهي خلايا مناعية مجهَّزة لكشف مسبِّبات الأمراض، وتتواسط الاستجابات المناعية الفطرية، دون استحثاث المناعة الفطرية. ومؤخرًا، أظهر جريج تاورز وزملاؤه أن هذا يعتمد على التجنيد ـ في قفيصة فيروس نقص المناعة البشرية ـ لعوامل مساعدة محددة منخرطة في تنسيق الدخول النووي والاستهداف. ولَدَى منْع هذه التفاعلات ـ بين القفيصة والعامِل المساعد ـ بواسطة طفرة الفيروس واستنفاد العامل المساعد، أو تثبيط تجنيد العامل المساعد دوائيًّا، يمكن اكتشاف الحمض النووي الفيروسي بأجهزة استشعار المناعة الفطرية، بما فيها إنزيم مُخلقة (سينثاز) أحادي فوسفات الجوانُوزين-أُحادي فوسفات الأَدينُوزين الحلقي (GMP-AMP).

HIV-1 evades innate immune recognition through specific cofactor recruitment

J Rasaiyaah *et al*

doi:10.1038/nature12769

وظائف الأعضاء

التحكم في درجة حرارة الجسم

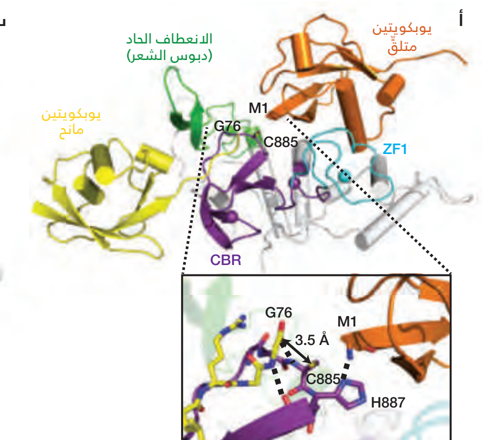
إضافةً إلى التذبذب الإيقاعي اليومي لدرجة حرارة الجسم، تستطيع الثدييات حماية درجة حرارة جوف الجسم من البرد. وتحدِّد هذه الدراسة المستقبِل النووي Rev-erbα، وهو كابح للنَّسْخ، كحلقة وصل بين الشبكات الإيقاعية اليومية، وشبكات توليد الحرارة، وإيقاعية (نَظمِيّة) درجة حرارة الجسم، من خلال تنظيم وظيفة الأنسجة الشحميَّة البنية. والفئران التي تعرضت للبرد أبلت بلاءً أفضل كثيرًا في الصباح (عندما يكون تعبير المستقبِل النووي Rev-erbα هزيلًا) منها عند الساعة الخامسة بعد الظهر، عندما يكون المستقبِل النووي وفيرًا. ويُحسِّن حذف جين Rev-erbα تَحمُّل البرودة. وظهر أن المستقبِل النووي يعمل بمثابة كابح فسيولوجي لبروتين فك التقارن 1 (UCP1) في الأنسجة الشحمية البُنّيَّة، وبالتالي يعمل للحفاظ على إيقاع درجة حرارة الجسم بطريقة تستجيب بيئيًّا.

The nuclear receptor Rev-erbα controls circadian thermogenic plasticity

Z Gerhart-Hines *et al*

doi:10.1038/nature12642







البيولوجيا البنيوية

خصوصية سلسلة اليوبيكويتين الخطِّيَّة

سلاسل يوبكويتين الخَطِّيَّة مقننات مهمة لمسارات الإشارات الخلوية المنخرطة في المناعة الفطرية والالتهابات. وهذه السلاسل مخلَّقة بواسطة إنزيم لبجاز اليوبكويتين E3 (HOIP)). وفي هذه الدراسة، قدَّمت كاترين ريتينجر وزملاؤها البنية البلورية الخاصة بقلب HOIP التحفيزي في شكله الاشتقاقي الصميمي في مُرَكَّب مع اليوبكويتين. وتوفر هذه البِنَى تحليلًا ميكانيكيًّا لتَشكُّل سلسلة اليوبكويتين الخطي بواسطة مُركَّب لبجاز اليوبكويتين LUBAC.

Structural basis for ligase-specific conjugation of linear ubiquitin chains by HOIP

B Stieglitz *et al*

doi:10.1038/nature12638

الشكل أعلاه | مُرَكّب نقل يوبكويتين- HOIPCBR-Cالمحتوي على اليوبكويتين المانح والمتلقي. أ، تمثل $HOIP_{CBR-C}$ الشريط في مُرَكّب مع اليوبكويتين المُتلقي (برتقالي) والمانح (أصفر). يظهر $HOIP_{CBR-C}$ في نفس التموضع. يُشار إلى مواضع C885، G76 المانح G76 والمُتلقي M1. صورة ملصقة: اتصالات أجراها $HOIP_{CBR-C}$ مع اليوبكويتين المانح والمتلقي. يُظْهِر السهم القرب بين G76المانح وSγ من C885. **ب**، يظهر مُرَكّب اليوبكويتين- $HOIP_{CBR-C}$ مع $HOIP_{CBR-C}$ في تمثيل سطحي لإبراز العلاقة المكانية بين الجزيئات الثلاثة.

علم الفيروسات

فيروس إنفلونزا يلغي استجابة المَضِيف

باستخدام فئران FluBI، وهي منظومة معدَّلة وراثيًّا تحتوي على خلايا (ليمفاوية) بائيَّة مع مستقبِل خلوي خاص بمستضد الراصة الدموية (HA) للإنفلونزا، أظهر هِدي پلويج وزملاؤه أن فيروس الإنفلونزا يمكن أن يُعْدِي ويستنفد الخلايا البائيَّة الخاصة بمستضد الراصة الدموية في الرئة. ويرجح الباحثون أنه باستهداف وقتل الخلايا البائيَّة الخاصة بالإنفلونزا، قد يكتسب الفيروس ميزة تنسُّخية كافية؛ لتجنب استجابة تحييد مبكرة، وليترسخ مستقرًّا في الرئة.

Antigen-specific B-cell receptor sensitizes B cells to infection by influenza virus

S Dougan *et al*

doi:10.1038/nature12637

علم النبات

إزهار عند درجة الحرارة الملائمة

إنّ الانتقال إلى الإزهار حدثٌ بالغ الأهمية في دورة حياة النباتات المزهرة، ويحتاج إلى تحديد توقيته بدقة؛ لضمان نجاح تكاثري. وهنا، يدرس ماركوس شميد وزملاؤه تنظيم الإزهار، استجابةً لتغيرات درجة الحرارة المحيطة. وأظهر الباحثون أن التَّضْفير البديل المعتمِد على درجة الحرارة لموضع الإزهارM (FLM)ينتج بروتينَيْن: FLM-β ، وFLM-δ، ينظِّمان الإزهار بطرق متضادة. وعند درجات حرارة أكثر برودة، يكبح بروتين FLM-β الإزهار، بينما عند درجات حرارة أعلى، ينتج النبات بروتين FLM-δ بشكل تفضيلي؛ لتعزيز الإزهار. ومن ثَم، يسيطر التَّضْفير البديل ـ المعتمِد على درجة الحرارة لما قبل الحمض النووي الريبي المرسال (pre-mRNA) ـ على بداية الإزهار.

Temperature-dependent regulation of flowering by antagonistic FLM variants

D Posé *et al*

doi:10.1038/nature12633



غلاف عدد 28 نوفمبر 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 28 نوفمبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الكيمياء

الاستفادة القصوى من الشمس

يُعتبَر الاستقطاب الكهربي التلقائي الذي يميز المادة الفروكهربية العازلة عفوية الاستقطاب جذابًا بالنسبة إلى تطبيقات الخلايا الشمسية، حيث يكون للشحنات الموجبة والسالبة المتولدة بامتصاص الضوء ميل طبيعي للانفصال، مما يجعل حصدها بكفاءة أسهل، لكن لسوء الحظ... معظم الفروكهربيات الضوئية المعروفة لها فجوات نطاق إلكترونية واسعة، أي أنها تمتص الفوتونات ذات الطاقة الأعلى فقط، التي تشكل جزءًا ضئيلًا من الطيف الشمسي. ومؤخرًا أظهر إيليا جرنبرج وزملاؤه إمكانية هندسة الفروكهربيات عفوية الاستقطاب الكلاسيكية كيميائيًّا، وذلك لضبط فجوة النطاق عبر مجال واسع، مما يحقق امتصاصًا قويًّا، ويولد تيارًا ضوئيًّا عبر الطيف الشمسي. ويُظْهِر الغلاف بلورة أكسيد تولد تيارًا كهربيًّا من الضوء الساقط عليها.

Perovskite oxides for visible-light-absorbing ferroelectric and photovoltaic materials

I Grinberg *et al*

doi:10.1038/nature12622

الوراثة

التباين الوراثي والترانسكريبتوم

محددات تتابع الحمض النووي التي توجه تقييد عوامل النسخ المحددة للنسب (LDTFs) غير مفهومة جيدًا. وهنا، استغل كريستوفر جلاس وزملاؤه التباين الوراثي الطبيعي بين سلالات الفئران داخلية الاستيلاد، كاستراتيجية لتكوين الطفرات لِاستكشاف آليات جزيئية مسؤولة عن انتقاء الطفرات ووظيفة العناصر التنظيمية المَقْرُونة في البَلاعِم. وبدمج مجموعات بيانات تقييد عامل النسخ وعلامات هيستون والتعبير الجيني، طوَّر الباحثون نموذجًا هرميًّا لوظيفة عوامل النسخ المحددة للنسب في اختيار مناطق شبيهة بالمعززات بطريقة تعاونية، وتسهيل تقييد عوامل معتمدة على الإشارة. ويمكن استخدام هذا النموذج للتنبؤ بالمتغايرات التنظيمية الوظيفية، التي من المحتمل أن تسبِّب المرض.

Effect of natural genetic variation on enhancer selection and function

S Heinz *et al*

doi:10.1038/nature12615

البيولوجيا الخلوية

مصير الخلية يحدده إيقاع الساعة

تستطيع الخلايا المتطابقة وراثيًّا اتخاذ قرارات خلوية مصيرية مختلفة، استجابةً ليس فقط لمشغلات صريحة خارج الخلية، ولكن أيضًا كردّ فعل لما تبدو محفزات متولدة عشوائيًّا ناشئة ضمن الخلية. فهل الضوضاء الكامنة وراء التعبير الجيني "عبث"، أم جزء أساسي من البرنامج الخلوي؟ كانت هذه الدراسة مشروعًا مشتركًا لمختبرَي ريتشارد لوسيك، ويوهان بولسون، وأظهرت أن للصدفة دورًا ـ على الأقل ـ بالنسبة للبكتيريا العصوية الرقيقة. تواجه خلايا هذه البكتيريا قرارًا مصيريًّا دراماتيكيًّا، يتعلق بالانتقال بين الحالة الانفرادية المتحركة، والحالة المقيدة متعددة الخلايا. ووجد الباحثون أن البكتيريا تتحول من حالة انفرادية إلى حالة متعددة الخلايا، وفقًا لآلية جزيئية عشوائية عديمة الذاكرة، لكن شبكة الجينات الكامنة يتم عزلها مؤقتًا ضد اختلافاتها العشوائية للانتقال العكسي. وبالتالي، تتتبع البكتيريا الوقت؛ بغية إجبار ذُرِّيّتهاعلى التعاون مع بعضها البعض. وهي عملية قد تلهم بالمثل البحث الكمي في تطور السرطان.

Memory and modularity in cell-fate decision making

T Norman *et al*

doi:10.1038/nature12804

الجينوميات

خلايا مستحثة تقتفي أثر العلاقات

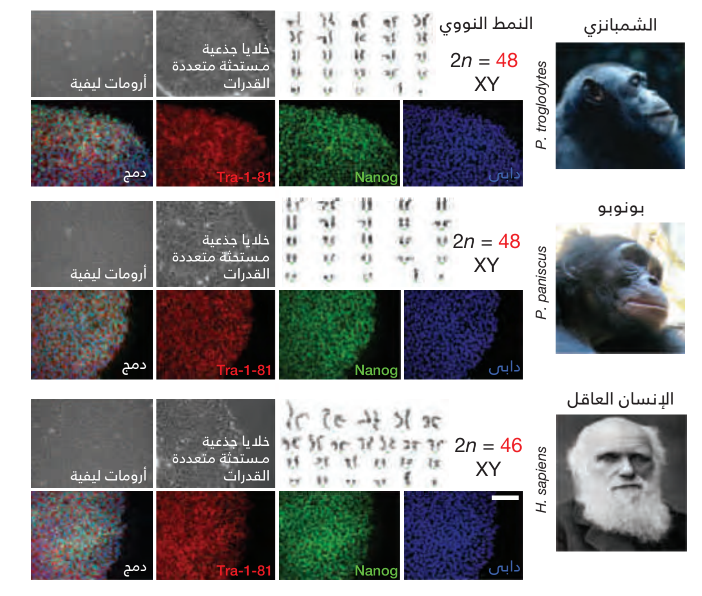
تقدِّم هذه الدراسة اشتقاق وتوصيف الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) من قِرَدة الشمبانزي والبونوبو، واستخدام الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات الناتجة؛ لدراسة الاختلافات بالنمط الظاهري بين البشر والرئيسات غير البشرية. يكشف تحليل التعبير الجيني المقارن تعبيرًا لـ"عنصر نووي طويل متخلل-1" في الشمبانزي والبونوبو أكبر منه لدى البشر. والتعبير التخالفي للجينَيْن APOBEC3B وPIWIL2 بين البشر والرئيسات غير البشرية يرتبط بحركة ترانسبوزون L1، ومستويات الحمض النووي المرسل L21 mRNA ذاتي المنشأ. ويرى الباحثون أن الاختلافات في حركة L1 قد شكلت بصورة مميزة جينومات البشر والرئيسات غير البشرية، ويمكن أن تكون لها أهمية تكيُّفيّة جارية.

Differential L1 regulation in pluripotent stem cells of humans and apes

M Marchetto *et al*

doi:10.1038/nature12686

الشكل أسفله | توصيف خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات (iPS) مشتقة من ثلاثة أنواع من الرئيسات. أ، مورفولوجيا خلايا الأرومات الليفية والخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات. لم يلاحظ أي شذوذات في النمط النووي لمستنسخات الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات. يظهر التألق المناعي لصانعي تعدد القدرات Tra-1-81 وNanog في الخلاياالجذعية المستحثة متعددة القدرات. تَلْوِيْنُ دابي DAPI (لإظهار الحمض النووي)، 4'، 6-ثنَائِيّ الأميدينو-2-فينيليندول.



علم الأعصاب

إزالة تثبيط العصبونات في قشرة الدماغ

إزالة التثبيط هي آلية قوية متوقعة للسيطرة على نشاط وحسابات الدوائر العصبية. والمعلوم قليلٌ نسبيًّا حول العصبونات المتخصصة في إزالة التثبيط ووظائفها المحددة. ومؤخرًا، أورد آدم كيبكس وزملاؤه أن نوع العصبون البيني القشري المُعرَّف بتعبير عديد الببتيد الفعال بالأوعية المعوية (VIP) يثبط نشاط العصبونات البينيّة المثبطة الأخرى، وبالتالي يُضاف مستوى إضافي للسيطرة على العصبونات الاستثاريّة. ووجدوا كذلك أنه يتم تنشيط العصبونات البينية لعديد الببتيد الفعال بالأوعية المعوية (VIP) بواسطة الإثابات والعقوبات، عندما تؤدى الفئران مهمة تعزيز التعلم. وتكشف هذه النتائج وجود دارة دقيقة مختصة بنوع الخلية، تضبط النشاط القشري تحت ظروف سلوكية معينة.

Cortical interneurons that specialize in disinhibitory control

H Pi et al

doi:10.1038/nature12676

البيولوجيا الجزيئية

جزيء صغير له نشاط مضاد للسكري

إنّ أديبونكتين Adiponectin هو هرمون مشتق من الدهون، يبدو أنه يؤدي دورًا حاسمًا في الوقاية من مقاومة الجسم للإنسولين، أو مرض السكري، وتصلب الشرايين. وتحدِّد هذه الدراسة مركبًا نشطًا فمويًّا، (يظهر نتيجة غربلة الجزيئات الصغيرة بالمكتبة الكيميائية لمركز الابتكار المفتوح لاكتشاف الأدوية بجامعة طوكيو)، يقيد وينشط مستقبلات AdipoR1، وAdipoR2 التي تتوسط عمل أديبونكتين المضاد للسكري. والمركّب المسمَّى أديبرون AdipRon يخفِّف مقاومة الإنسولين وفرط الحساسية تجاه الجلوكوز في الفئران المتلقية لغذاء غني بالدهون، وفي الفئران السمينة وراثيًّا. وربما يساعد أديبورون أيضًا في إطالة أعمار فئران *db/db* قصيرة العمر، المتلقية لنظام غذائي غني بالدهون. وإذا أمكن مد نتائج هذا العمل للبشر، فالناهضات النشطة فمويًّا ـ مثل أديبورون ـ يمكن أن توفر نهجًا جديدًا واعدًا لعلاج الأمراض المرتبطة بالبدانة، كالنوع الثاني من السكري.

A small-molecule AdipoR agonist for type 2 diabetes and short life in obesity

M Okada-Iwabu *et al*

doi:10.1038/nature12656

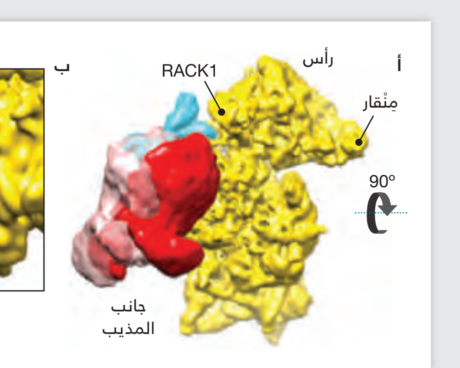
استراتيجية استهداف عقار لبروتين Ras

إنّ طفرات إنزيم ثلاثي فوسفات الجوانوزين K-Ras الصغير المُسَرطِن شائعة في السرطان، مما يجعل الإنزيم هدفًا واضحًا للعقاقير، لكن تثبيط وظيفة K-RAS مباشرةً بالجزيئات الصغيرة ثبت صعوبته. وهنا، أورد شُوكات وزملاؤه تطوير جزيئات صغيرة، تتقيد بلا رجعة إلى طفرة G12C الشائعة بإنزيم K-Ras لكن ليس إلى النوع البري من البروتين. وتكشف الدراسات البلورية تشكيل جيبًا تفارغيًّا ليس واضحًا في البِنَى السابقة لإنزيم Ras، وتزيح الجزيئات الصغيرة ألْفَة K-Ras لتفضيل ثُنائي فوسفات الجوانوزين على ثُلاثي فوسْفاتِ الجوانوزين. وينبغي أن توفر هذه النتائج نقطة انطلاق لجهود اكتشاف عقاقير تستهدف بروتين Ras الطافر.

K-Ras(G12C) inhibitors allosterically control GTP affinity and effector interactions

J Ostrem *et al*

doi:10.1038/nature12796




الوراثة الجزيئية

مواقع دخول ريبوسومية داخلية تعزز الاستحواذ الفيروسي

في حين أن معظم جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال تحتوي على بِنْيَة قُبَّعَة في 5´، إلا أن بعض جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال الفيروسية تفتقدها، وتستعيض عنها بموقع دخول ريبوسوم داخلي (IRES)؛ لتوجيه تجميع مركب استهلال ريبوسوم 48S. ونوع واحد من مواقع دخول الريبوسوم الداخلي الشبيه بفيروس التهاب الكبد الوبائي سي يتفاعل مع عامل بدء الريبوسوم eIF3. وكانت أعمال سابقة قد أشارت إلى أن موقع دخول الريبوسوم الداخلي وعامل بدء الريبوسوم eIF3 سيتداخلان على الوحدة الفرعية 40S، وبالتالي لم تتضح أهمية هذا التفاعل الجديد. وفي هذه الدراسة، وَلَّد يواكيم فرانك وزملاؤه إعادة بناء كل من مركب 40S دون النانومتري، يحتوي عامل بدء الريبوسوم eIF3، وموقع دخول ريبوسوم داخلي شبيه بفيروس التهاب الكبد الوبائي سي. ووجدوا أنه في المركّب يتم نقل eIF3 من الوحدة الفرعية S40 إلى موقع دخول ريبوسوم داخلي، وبالتالي يتم عزلها. ويرى المؤلفون أن هذا قد يساعد توجيه الترجمة نحو جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال الفيروسية، حيث جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال الخلوية تتطلب عامل بدء الريبوسوم؛ لتشكيل مركَّب تمهيد البدء.

Hepatitis-C-virus-like internal ribosome entry sites displace eIF3 to gain access to the 40S subunit

Y Hashem *et al*

doi:10.1038/nature12658

الشكل أعلاه | تموضعات مختلفة لعامل بدء الريبوسوم eIF3 والنطاق الفرعي IIIb في مركب CSFV ΔII IRES–40S–DHX29.
أ، منظر من جهة المذيب لعامل بدء الريبوسوم eIF3 في أكثر تموضعين تباعدًا، كما يظهر في الطبقات 4 (سطح صلب أحمر) و6 (سطح شفاف وردي) لمركب CSFV ΔII-IRES–40S–DHX29–eIF3، المتقيد إلى CSFV ΔII-IRES (أزرق سماوي) على وحدة 40S الفرعية (أصفر). **ب**، يسار، منظر علوي لعامل بدء الريبوسوم eIF3 في أكثر تموضعين تباعدًا، متقيدًا إلى CSFVDII-IRES على وحدة 40S الفرعية. **ب**، يمين، صورة مكبرة مركزة على نطاق IIIb من CSFV وهو IRES، التي تظهر مدى إعادة تموضعها. تعرض الأقواس حجم حركة eIF3 ومجال IRES IIIb في أكثر تموضعين تباعدًا.

الفيزياء الفلكية

طاقة تراكم لمصدر أشعة سينيّة

تُعتبَر مصادر الأشعة السينية فائقة الإضاءة (ULXs) أكثر سطوعًا من العمليات النجمية المعروفة، لكن بطريقة أقل من الأنوية المجرّية النشطة، ويُعتقد عمومًا أنها تستمد طاقتها من الثقوب السوداء متوسطة الكتلة، أو الثقوب السوداء الأصغر ذات الكتلة النجمية المشعة بمعدلات أعلى. وتحليل الطيف البصري للمصدر M101 ULX-1، وهو مصدر متغير بالمجرة اللولبيّة القريبة M101، يشير إلى أن الأمور قد تكون أكثر تعقيدًا. كان سطوع المصدر وقت الاكتشاف في حدود النطاق المتوقع لمصدر أشعة سينية فائق الإضاءة يؤوي ثقبًا أسود متوسط الكتلة، لكن الطيف البصري المشار إليه هنا يتسق مع وجود ثقب أسود نجمي الكتلة، يُحتمل أن تتراوح كتلته بين 20 و30 كتلة شمسية. ويرى الباحثون أن M101 ULX-1 يدفعها ثقب أسود؛ مما يراكم الغاز من رياح نجم مرافق، وهي آليّة رُفِضَت سابقًا، لاعتقادهم أنها آليّة بطيئة للغاية للوفاء بهذا الغرض.

Puzzling accretion onto a black hole in the ultraluminous X-ray source M 101 ULX-1

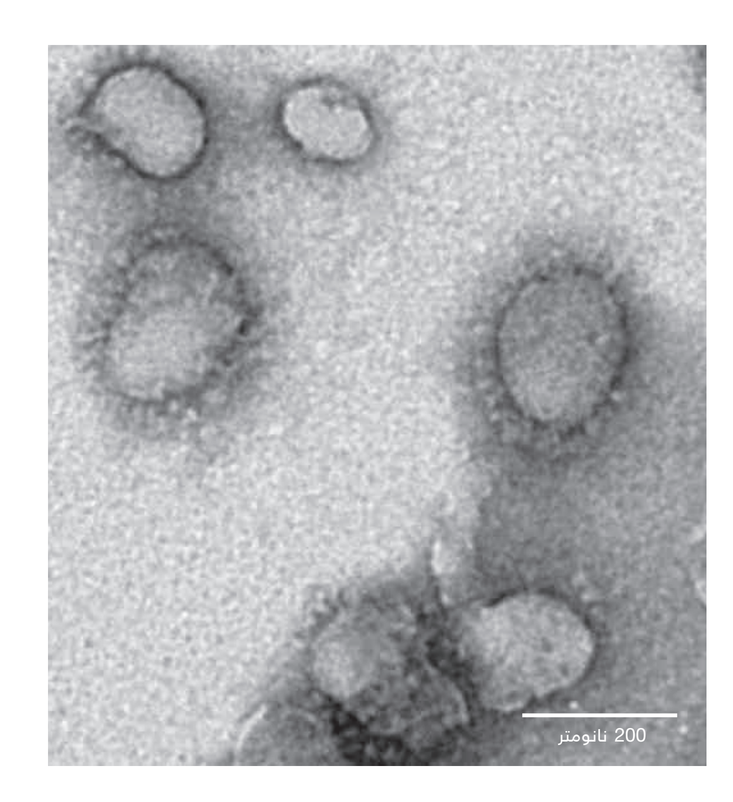
J Liu *et al*

doi:10.1038/nature12762

الفيروسات التاجية

فيروس شبيه بسارس في الخفافيش

حدد بيتر دَزاك وزملاؤه فيروسين تاجيَّين coronavirus جديدين من



خفافيش حدوة الحصان الصينية، التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالفيروس التاجي المسبِّب لمتلازمة الالتهاب الرئوي الحاد "سارس" SARS-CoV، الذي كان وراءانتشار الوباء في عامي 2002، و2003. كما أنهم عزلوا فيروسًا حيًّا من خفافيش لديها هوية تتابعيّة (وراثية) عالية لفيروس سارس، وذلك يمكن أن يصيب الخلايا البشرية باستخدام ACE2، وهو المستقبِل نفسه المستخدَم بواسطة فيروس سارس. وتقدِّم النتائج أقوى دليل حتى الآن على أن خفافيش حدوة الحصان خزانات طبيعية لفيروس سارس.

Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor

X Ge *et al*

doi:10.1038/nature12711

الشكل أعلاه | صورة إلكترون مجهرية للفيريونات (جُسمات فيروسيّة) المنقاة. جُمعت فيريونات virions من مستنبت مقداره 10 مليلتر، وثبتت وركزت/ نُقِّيت بواسطة تنبيذ (الطرد المركزي) متدرج السكروز. عُلِقت الجسيمات الفيروسية المكورة في 100 مايكرولتر من PBS، وصبغت بنسبة 2% بحمض فوسفوتونجستيك عند درجة حموضة (pH7.0) ودرست مباشرة باستخدام مجهر تيكناي الإلكترون ianceT (FEI) عند 200 كيلوفولت.

المناعة

طريق جديد للمناعة الفطرية

تقدم هذه الدراسة مسارًا تأشيريًّا مناعيًّا فطريًّا جديدًا، يعتمد على الاتصالات بين الخلايا. فإنزيم سينثاز PMAGc (cGAS) مستقبل الحمض النووي السيتوبلازمي يحفِّز تخليق cGAMP المرسال الثاني الذي ينشط بدوره النوع الأول من المضاد الفيروسي إنترفيرون بواسطة بروتين عبر الغشاء STING. ومؤخرًا، أظهر ڤيت هورنُنج وزملاؤه أن cGAMP ينتقل إلى الخلايا المجاورة عبر قنوات الوصلة الفَجْويّة، وينشط بروتين STING، مما يستحث حالة مضادة للفيروسات بهذه الخلايا غَير المُنخرطة، وبشكل مستقل عن إشارات إنترفيرون النَّظير الصَّمَّاويّ paracrine. وتنشيط الخلايا غير المنخرطة وتضخيم الإشارات قد يثبتا فائدتهما للحد من العدوى الفيروسية، لكن قد يفاقما أيضًا تعبيرات المرض في متلازمات مناعية ذاتية، تعتمد على بروتين STING، مما يجعلها هدفًا محتملًا للعلاجات.

Cell intrinsic immunity spreads to bystander cells via the intercellular transfer of cGAMP

A Ablasser *et al*

doi:10.1038/nature12640

علوم البيئة

غُزَاة جُدُد لمنظومة قديمة

تستطيع نباتات غازِيَة تغيير وظائف النظام الإيكولوجي جذريًّا على حساب الأنواع الأصلية بالمكان.. لكن ماذا يحدث إذا تم اجتثاث الأنواع الغازِيَة؟.. هل يتغير النظام الإيكولوجي بشكل دائم؟ وماذا لو استُبدلت نباتات أخرى بالنبات المطرود، فهل تستطيع الأخيرة أن تواصل كما كانت من قبل؟ لإجراء هذه الدراسة، عادت ستيفاني يلنيك، وكارلا دانطونيو إلى مواقع حقول الأعشاب الغازية بحديقة براكين هاواي الوطنية؛ لدراسة آثار الغزاة المتكررة منذ أكثر من عقدين. بدَّل العشب الغازي مستويات تمعدن النيتروجين، لكن بعد عقودٍ عاد النظام الإيكولوجي إلى مستوياته قبل الغزو. ورغم ذلك.. لا تحبِّذ الظروف الجديدة استئناف الحالة الأصلية. وعوضًا عن ذلك.. استفادت من الغزاة الجدد: شجرة تصحيح النيتروجين "موريّا فايا".

Self-reinforcing impacts of plant invasions change over time

S Yelenik *et al*

doi:10.1038/nature12798

الجيولوجيا الفلكية

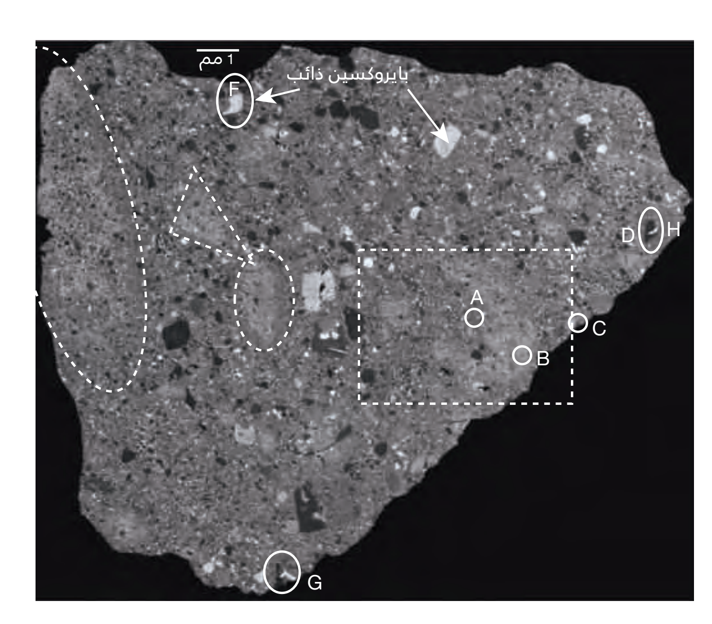
دليل صلب من المرتفعات المرِّيخيّة

تحدِّد هذه الدراسة نيزك NWA7533 من شمال غرب أفريقيا، كأول عيِّنة من صخور المرتفعات المريخيّة بمجموعة النيازك. ويبيِّن منير همايون وزملاؤه أن NWA7533 يحتوي على تركيبة تشير إلى صخور بريشيا (شظايا زاويَّة متلاحمة) من المرتفعات. ويحتوي كذلك على زركونات، يفوق عمرها 4.4 مليار سنة، مما يعني أن التمايز القشري المبكر على المريخ حدث في المائة مليون سنة الأولى من تاريخه، وهو مُعَاصِر لتكوين قشري أقدم على القمر والأرض.

Origin and age of the earliest Martian crust from meteorite NWA7533

M Humayun *et al*

doi:10.1038/nature12764



الشكل أسفله | صورة بواسطة الإلكترون المُشَتّت خلفيًّا للقطاع 1 من الحجر النيزكي NWA7533. يحتوي صخر البريشيا على العديد من الأجسام الكبيرة من صخور صهير التصادم المثقلة بالشظايا المكونة للصخر الكلاسيكي (رمادي فاتح أو متوسط)، تم توضيح بعضها من خلال خطوط متقطعة، وذلك بالقالب التبلري دقيق الحبيبات العابرة للمكونات الصخرية. تبين القطوع الناقصة ذات الخطوط المتصلة الشظايا البلورية والحصوية. وُجِدَت شظايا صخور البايروكسين (pxn؛ رمادي فاتح أو متوسط)، وفيلدسبار (رمادي غامق) وبايروكسين–فيلدسبار بكل من الصخور المنصهرة والقالب. تشمل المعادن الرمادية الساطعة كلا من كلوراباتيليت chlorapatite والأكسيد الغنية بالحديد وهيدروكسيدات أكسجينية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجينوميّات

نمو الخلايا بدون أصول النسخ المتماثل

إنّ تَضاعُف جينومات الحمض النووي في البكتيريا والعتائق (الأركايا) وحقيقيات النوى يبدأ بمواقع تُسمَّى أصول النسخ المتماثل. وهناك بعض فيروسات تفتقد أصول النسخ المتماثل، وبدلًا منها تتضاعف بآلية تعتمد على إعادة التركيب. ومؤخرًا، أورد ثورستن ألبرز وزملاؤه أول مثال من العتائق (الأركايا) القادرة على النسخ المتماثل عندما يتم حذف كل أصولها. وكما هو متوقع، فإن حذف مجموعة فرعية من أربعة أصول من بكتيريا العتائق هالوفيراكس ڤولكانياي *Haloferax volcanii* سبَّبَ نموًّا أبطأ، لكن المفاجئ أنه عندما تم حذف كافة أصول النسخ المتماثل، كان نمو الخلايا في الواقع أسرع مما كانت عليه في النوع البري (الطبيعي). وهذه الخلايا قادرة على استخدام إعادة التركيب، والبدء في مواقع متفرقة، لتكرار جينوم أكبر بكثير من الجينومات الموجودة بالفيروسات. وهذا يدفع بسؤال: لأي غرض تتطور أصول النسخ المتماثل؟

Accelerated growth in the absence of DNA replication origins

M Hawkins *et al*

doi:10.1038/nature12650

البيولوجيا البنيوية

آلية عمل إنزيم الفلاڤين EncM

البروتينات الفلاڤينيّة ـ التي تحتوي إما على ثنائي نوكليوتيد الأدينين فلاڤين، أو العامل المساعد أحادي نوكليوتيد فلاڤين ـ هي بروتينات أكسدة أنشطة منخرطة بمجال واسع من العمليات الحيوية، منها اللمعان الحيوي، والتمثيل الضوئي، وإصلاح الحمض النووي. وفي هذه الدراسة، أجرى الباحثون دراسات بنيوية ووظيفية لبحث كيف يحفز إنزيم الفلاڤين EncM البكتيري الأكسجة (نزع الهيدروجين) من ركيزة شديدة التفاعل. ولاحظ الباحثون الكيمياء الحيوية لأكسدة واختزال الفلاڤين، لم تكن معروفة سابقًا.. يحافظ EncM على استقرار أنواع مُؤَكسِجة للفلاڤين تعزز أكسدة الركيزة وتطلق إعادة ترتيب لنوع فيڤورسكياي نادرًا ما تُشاهد، وذلك أمر محوري للتخليق الحيوي للمضاد الحيوي البحري إنتيروسين enterocin.

Flavin-mediated dual oxidation controls an enzymatic Favorskii-type rearrangement

R Teufel *et al*

doi:10.1038/nature12643

الفيزياء

مواد جديدة للإلكترونيات المحورية

أجهزة الإلكترونيات المحوريّة (الدورانيّة) التي تُسخِّر الحركة المغزليّة الأساسية للإلكترونات وكذلك شحناتها تتطلب تحكمًا دقيقًا واستخراجًا لحركات الإلكترون المغزلية. ولإيجاد استخدام لأشباه الموصلات العضوية في تطبيقات الإلكترونيات المحورية، سيكون مرغوبًا تحديد جزيئات ذات أزمنة استرخاء أطول للحركة المغزلية. وتثبت هذه الدراسة أن فثالوسيانين النحاس ـ وهو صبغة زرقاء شائعة الاستخدام في الدهانات والأصباغ ـ يبدو أنه يلبي تلك المتطلبات.. فهو غير مكلف، ويمكن معالجته بسهولة في شكل غشاء رقيق من النوع المستخدَم في تصنيع الأجهزة، مما يجعله منظومة مادة مرشحة لمعالجة البيانات الكمية مغزلية الأساس، وتطبيقات إلكترونية محوريّة أخرى.

Potential for spin-based information processing in a thin-film molecular semiconductor

M Warner *et al*

doi:10.1038/nature12597



غلاف عدد 5 ديسمبر 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 5 ديسمبر من دَوْريّة "نيتشر" الدولية.

الوراثة

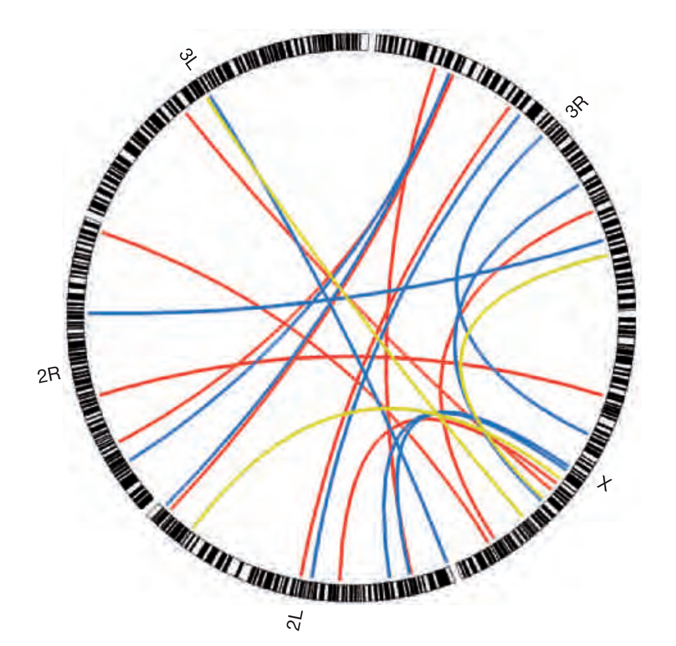
الاختلاف الوراثي، ونشوء الأنواع

بالعمل على خطوط مهجَّنة داخلية الاستيلاد لذبابة الفاكهة سوداء البطن، تناول الباحثون دور الرَّوْكَبَة (كَبْح صفات جينيّة بفعل جين آخر) ـ وهي تفاعلات بين الأليلات، غير مضافة ووراثيًّا ـ في تشكيل اللياقة البدنية لتَجَمُّع حيوي. ووجد الباحثون أن المادة الخام لدفع العزل الإنجابي هي الفصل تزامنيًّا داخل الأنواع، وهذا لا يتطلب بالضرورة ظهور طفرات غير متوافقة مشتقة بشكل مستقل وثابتة بالانفصال الجغرافي. ولهذه الملاحظة آثار مهمة لأبحاث الوراثة الخاصة بنشوء الأنواع؛ وتُظْهِر أيضًا سعة انتشار الرَّوكبَة، لكنها تبقى غالبًا غير مكتشَفة.

Genetic incompatibilities are widespread within species

R Corbett-Detig *et al*

doi:10.1038/nature12678



الشكل أعلاه | أزواج مواقع الكروموسومات التي تظهر تشوهًا مهمًّا لنسب التركيب الجيني (GRD) عبر خطوط المورد السكاني التركيبي لذبابة الفاكهة (DSPR). تمثل الدائرة الخارجية كل ذراع كروموسوم. يمثل كل رابط زوج مواقع يظهر تشوهًا مهمًّا لنسب التركيب الجيني الوراثي بموقعين. الروابط الصفراء والزرقاء والحمراء تناظر على التوالي لوحات خطوط الاستيلاد الداخلي المتجمِّعة (RIL): A-2، B-1، B-2 (5% معدل الاكتشاف الزائف المصحح (FDR) P<0.05).

البيولوجيا البنيوّية

بروتينات PPR تميِّز الحمض النووي

بروتينات تكرار خماسي ثلاثي الببتيد المشارِك "بينتاترايكوببتيد" PPR هي بروتينات تقييد الحمض النووي الريبي المستهدَفة بالميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء، والمنخرطة في جوانب عديدة لأيض الحمض النووي الريبي. وأدوار هذه البروتينات (PPR) موصَّفة جيدًا. أمّا كيف تميِّز هذه البروتينات الأحماض النووية الريبية مفردة الجديلة (ssRNAs) تحديدًا، فليس مفهومًا جيدًا. وقد حَلّ نينج يان وزملاؤه بِنْيَة بروتين تكرار خماسي ثلاثي الببتيد المشارك (PPR10) لنبات الذرة في غياب وحضور الحمض النووي الريبي مفرد الجديلة. وجد الباحثون أنه في شكل خال من الحمض النووي الريبي، يشكِّل التسعة عشر تكرارًا جديلة حلزونية فائقة، وأن اثنين من بروتينات PPR10 يتجمعان في دايمر عكسي التوازي. وينجم عن تقييد الحمض النووي الريبي مفرد الجديلة تغيرات في هيئة بروتين PPR10، مع ستة تكرارات، كل منها يميِّز نوكليوتيد مفردة في قلب له ستة أزواج قاعدة للتتابع المستهدَف.

Structural basis for the modular recognition of single-stranded RNA by PPR proteins

P Yin *et al*

doi:10.1038/nature12651

تفارُغ مُستقبِل أسيتيل كولين المسكاريني

أصبحت بِنَى عدة مستقبِلات مقترنة ببروتين جي (GPCRs) ـ ومن ضمنها أعضاء من عائلتي فئة B، وفئة F ـ متاحةً مؤخرًا، لكن المعلوم

قليل عن الانتقالات من الحالة غير النشطة إلى الحالة النشطة. وفي هذه الدراسة، حلَّ الباحثون البِنَى البلوريّة بالأشعة السينية لمُستقبِل أسيتيل كولين المسكاريني M2 البشري في حالة نشطة، مقيَّدًا بالناهض أيبيروكسو iperoxo وحده، أو مقترنًا بـLY2119620، وهو معدِّل تفارغي إيجابي. وكشفت البِنَى أن لمُستقبِل M2 المنَشَّط موقع تقييد أورثوفراغي صغير للغاية، مع LY2119620 موجود أعلى الناهض بالضبط. ولاحظ الباحثون أيضًا أن المنطقة التي تشكِّل الموقع التفارغي في الهيئة غير النشطة لمستقبل M2 أكبر من أن تتيح تقييدها إلى LY2119620؛ وهذا يعني أن المنطقة خارج الخلية تحتاج إلى أن تتقلص (بالتقيد بناهض عالي الألفة) قبل أن يستطيع LY2119620 التقيد بالموقع التفارغي. وهذا المستقبِل المقترِن ببروتين جي أساسي للسيطرة الفسيولوجية على وظائف القلب والأوعية الدموية، والإدراك، والإحساس بالألم. ولأنّ المواقع التفارغية محفوظة بشكل أقل في التتابع والبِنْيَة من موقع التقييد الأورثوفراغي، يُؤمَل أن تتحوّل اللِيجاندات ـ التي تتقيد بمواقع أورثوفراغية ـ إلى عقاقير تتفاعل انتقائيًّا مع واحد فقط من الأنواع الفرعية للمستقبِلات المسكارينيّة الخمسة.

Activation and allosteric modulation of a muscarinic acetylcholine receptor
A Kruse *et al*
doi:10.1038/nature12735

علوم الكواكب

مفاجآت مُخَزَّنَة على كويكب فيستا

بين يوليو 2011، وسبتمبر 2012، كانت مَركبة ناسا الفضائية "دون" Dawn في مدار حول كويكب فيستا. وفي هذه الدراسة، يقدم فريق مطياف تعيين الأشعة المرئية وتحت الحمراء (VIR) الخاص بمركبة "دون" اكتشافًا مدهشًا، هو وجود توقيع الزبرجد الزيتوني على سطح الكويكب. يُعَدّ الزبرجد مكونًا رئيسًا في الوشاح الصخري للأجرام المتمايزة طبقيًّا، ومن ضمنها الأرض. وفيستا كويكب ضخم بما يكفي لتمايزه إلى بنية طبقية كالأرض، وكان التوقع أن الزبرجد سيوجد بأحواض قطب فيستا الجنوبي العميقة التي يُعتقد أنها صخور وشاح صخري مستخرجة. والبيانات الطيفية تكشف أن المواد الغنية بالزبرجد الزيتوني قريبة من سطح النصف الشمالي للكويكب. وفَهْم عمليات التمايز التي حدثت على فيستا سيكون ثمينًا للغاية، كنافذة على النظام الشمسي البدائي، لكن هذه النتائج الأخيرة تبين أن تاريخ فيستا التطوري أكثر تعقيدًا مما كان يُعتقَد.

Olivine in an unexpected location on Vesta's surface
E Ammannito *et al*
doi:10.1038/nature12665

الشكل أعلاه | خريطة توزيع نيازك هوَرديات وإيوكرايت وديوجينايت (HED). خريطة صخرية لسطح كويكب فيستا، مشتقة من مطياف الأشعة المرئية وتحت الحمراء (VIR) لرسم الخرائط باستخدام كل البيانات المتحصلة بمختلف مراحل دوران مركبة الفضاء دون Dawn حول فيستا؛ الأحمر: ديوجينايت، الأخضر: هوَردايت، والأزرق: إيوكرايت، مع نطاقات تداخل: الأصفر للديوجينايت هوَردايت، والسماوي للإيوكرايت هواردايت. تعود مناطق البايروكسين الغنية بالمجنيزيوم (أحمر وأصفر) إلى الخصائص الصخرية التي يهيمن عليها الديوجينايت. يظهر التوزيع أن نصف الكويكب الجنوبي أغنى بالبايروكسين، مع مناطق ديوجينايت نقي تقريبًا، بينما المنطقة الاستوائية ونصف الكويكب الشمالي أغنى بالبازلت (إيوكرايت). صخور الهواردايت—مخلطات من المكونات الصخرية—هي الأكثر وفرة بين الصخور المرصودة على سطح كويكب فيستا. تم تحديد فوهتي أرونتيا وبيليشيا، وكذلك حافة أحواض ريسيلڤيا وڤينينيا (خط متقطع). الهواردايت المخصب بالديوجينايت يمكن رؤيته بالأحواض الشمالية المحطمة وريسيلڤيا.

بِنْيَة بروتين CD36 الكاسح

بروتينات مستقبِلات الكاسحات من طائفة CD36 تنظِّم أيض الشُّحوم والمناعة الفطرية. وهي تميِّز البروتينات الشحميّة العادية والمعدلة وأنماط جزيئية مرتبطة بمسببات الأمراض. وفي هذه الدراسة، يقدّم سيرجيو جرينستين وزملاؤه أول تحليل بِنيويّ عالي الاستبانة لبروتين LIMP-2 (النوع الثاني من البروتين الغشائي المتكامل الليزوسومي) من طائفة CD36. وبواسطة نماذج التماثل، حَلُّوا تركيب بنية الأعضاء الآخرين للطائفتين: SR-BI، وCD36. وتكشِف البِنْيَة وجود تجويف كبير يجتاز كامل طول الجزيء؛ بل قد يكون بمثابة نفق يتم خلاله توصيل الكوليسترول من البروتين الشحمي المقيد إلى الوريقة الخارجية لغشاء البلازما.

Structure of LIMP-2 provides functional insights with implications for SR-BI and CD36
D Neculai *et al*
doi:10.1038/nature12684

بِنًى مفتوحة ومغلقة لقناة أيون TRP

تُعتبَر قنوات جُهْد المُستقبِل العابر (TRP) حساسات استشعار لنطاق واسع من المنبهات الفيزيائية والكيميائية. وفي إحدى دراستين حول الموضوع، وباستخدام بِنيَة مجهرية إلكترون تبريد العيِّنة عالي الاستبانة، حلّ ماوفو لياو وزملاؤه بِنْيَة TRPV1 لفأر، وهو مستقبِل الكابسايسِن (المركّب الحرِّيف بالفلفل الحار) في حالة "مغلقة". تشابه البنية العامة بدرجة ما قناة الأيون مبوبة الفولطية، لكن هناك عدة سمات بنيوية تنفرد بها قنوات جهد المستقبِل العابر. وفي الدراسة الأخرى، قدم إرهو تساو وزملاؤه بِنَى TRPV1 لفأر في وجود سُم عصَبِيّ ببتيدي، resiniferatoxin، وفي وجود كابسايسِن، مما أسفر عن بِنَى حالات منَشّطة للقناة. تشير المقارنة بين البِنَى المغلقة والمفتوحة إلى أن TRPV1 لها آلية فريدة ثنائية البوابة؛ لتنشيط القناة.

Structure of the TRPV1 ion channel determined by electron cryo-microscopy
M Liao *et al*
doi:10.1038/nature12822

TRPV1 structures indistinct conformations reveal activation mechanisms
E Cao *et al*
doi:10.1038/nature12823

علوم المناخ

تيار الباسيفيك، وعدم تماثل إلنينو/ لانينا

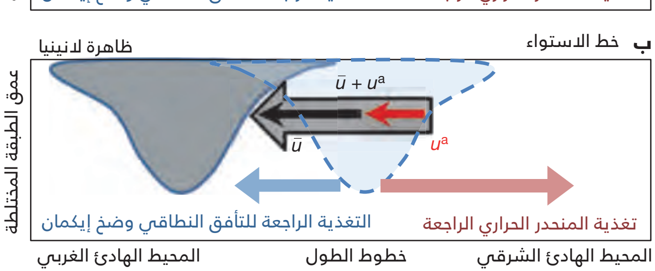
ارتبطت أحداث إلنينو El Niño المناخية المتطرفة للأعوام 1983/1982، و1998/1997 بانتشار الشذوذ الدافئ باتجاه الشرق، وأدت إلى أحداث طقس استثنائية للغاية، واختلال بيئي واسع. وعلى نقيض ذلك.. أثناء حالات إلنينو المعتدلة تتواصل سخونة المياه الاستثنائية بشرق المحيط الهادئ الاستوائي، وتكون موجات لانينا المتقلبة بالمياه الباردة العميقة أكثر وضوحًا، وتميل كلتا السِّمَتَيْن إلى الانتشار غربًا. ومؤخرًا، أظهر تحليل جديد أن عدم تماثل هذا الانتشار يمكن ربطه بتغيرات في تيارات المحيط العلوية، وأن عدم التماثل أقوى بعالم دافئ، حيث يُتوقع أن تَضعُف التيارات الاستوائية والرياح التجارية. ففي سيناريوهات الاحترار المستقبلي، يتضاعف تكرار حالات إلنينو المنتشرة شرقًا.

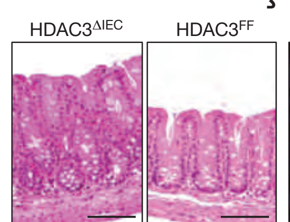
Late-twentieth-century emergence of the El Niño propagation asymmetry and future projections

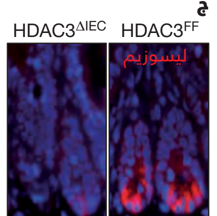
A Santoso *et al*

doi:10.1038/nature12683

الشكل أسفله | مخطط التأثيرات على اتجاه الانتشار النطاقي المتنافسة أثناء تذبذبات إلنينو الجنوبية (ENSO). أ، تيارات نطاقية بالمحيط الهادئ الاستوائي (سهم رمادي كبير) له تأثير نقل الشذوذات الأولية السطحية الدافئة (الرقعة الحمراء المتقطعة) نحو الشرق خلال أحداث إلنينو المتطرفة، لأن شذوذ التيار u^a (سهم أحمر) يتجه شرقًا ويتجاوز قوة تيار الخلفية المتجه غربًا $\bar{u}$ (سهم أسود). يقاوم هذا التأثير الانتشار الغربي الناجم عن التغذية الراجعة للتأفق النطاقي وضخ إيكمان (سهم أزرق) ويعزز الانتشار الشرقي الناجم عن التغذية الراجعة عن منحدر حراري (سهم وردي). **ب،** خلال أحداث ظاهرة لانينا المناخية، تتجه التيارات النطاقية غربًا بجلاء لأن شذوذ التيار يعزز دائمًا التيار الأوسط المتدفق غربًا. هذا يضعف تأثير التغذية الراجعة للمنحدر الحراري ويعزز الانتشار غربًا الناجمة عن التغذيتين الديناميتين الراجعتين الأخريين.







البيولوجيا الجزيئية

دور إنزيم نازع أسيتيل الهيستون3 في التوازن المعوي

تبدِّل آليّات التَّخَلُّق المُتوالِي الاستجابة النَّسْخِيَّة للمنبِّهات البيئيّة، وبالتالي تمثِّل آليّة تستطيع الربط بين الاستعداد الوراثي للمضيف والعوامل البيئية في آلية الإمراض لداء الأمْعاءِ الالْتِهابِيّ (IBD). تحدد هذه الدراسة دورًا غير معروف من قِبَل لتعبير الخلية الظهاريّة المعوية (IEC) الذاتي عن إنزيم تعديل التَّخَلُّق المُتَوالِي نازع أسيتيل الهيستون 3 (HDAC3) في تنظيم وظيفة الحاجز المعوي، والقابلية للالتهاب المدفوع بالميكروبات المتعايشة. وظَهَرَ أن نقص إنزيم تعديل التَّخَلُّق المُتَوالِي نازع أسيتيل الهيستون 3 الخاص بخلايا الظهارة المعوية في الفئران يؤدي إلى تشوهات بخلايا بانيت، وانسدال المستقيم، وزيادة القابلية لالتهاب القولون الناجم عن ديكستران كبريتات الصوديوم، وزيادة نفاذ الحاجز في حيوانات تحتوي على بكتيريا متعايشة، وليست خالية من الجراثيم.

Histone deacetylase 3 coordinates commensalbacteria- dependent intestinal homeostasis

T Alenghat *et al*

doi:10.1038/nature12687

الشكل أعلاه | التعبير الذاتي للخلايا الظهارية المعوية (IEC) عن الهستون نازع الأسيتيل3 (HDAC3) ينظم توازن الأمعاء. أ، مقاطع لفائفية مصبوغة بأزرق ألسيان/شيف حمض البيريودي (PAS). الصندوق يحيط بخلايا بانيث. مقياس البار، 50 مايكرومترًا. **ب،** خلايا بانيث لكل جريب (تجويف). **ج،** صبغ ليسوزيم (وردي) والنوى (أزرق) بالمستشع المناعي. مقياس البار، 10 مايكرومترات. **د،** مقاطع قولونية. مقياس البار، 100 مايكرومتر.

بيولوجيا السرطان

الخلايا الميلانينيّة، ومقاومة العقاقير

إنّ الطفرات المسبِّبة للتنشيط التأسيسي لإشارات BRAF و/أو MEK يمكن أن تعزِّز نشوء سرطان الجلد. ورغم إمكان استفادة المرضى من علاجات تستهدف هذا المسار، تنشأ لديهم عادةً مقاومة للعلاج. وفي السنوات الأخيرة، اكتُشِفَت آليات مقاوَمة عديدة. وفي رؤية غير متحيِّزة للجينات التي يعزِّز تعبيرها مقاومة مثبطات BRAF وMEK في خلايا سرطان الجلد الحاملة لطفرات BRAF، وَجَدَ ليفي إيه جاراويه وزملاؤه أن إشارات أُحادِيّ فوسفات الأدينُوزين الحلقي (cAMP) ـ وهي مسار مهم لتطور وبقاء سلالة الخلية الميلانينيّة ـ يمكن أن تَمنح مقاومة. وبينما تُوجَد حجةٌ إلى عمل أكثر؛ لإظهار إمكانية وكيفية تنشيط أُحادِيّ فوسفات الأدينُوزين الحَلقي بمرضى سرطان الجلد الذين شهدوا مقاوَمة للعلاج، فقد يمثل هدفًا علاجيًّا جديدًا لعلاج سرطان الجلد.

A melanocyte lineage program confers resistance to MAP kinase pathway inhibition

C Johannessen *et al*

doi:10.1038/nature12688

خلايا جين ورمي تضاعف فُرَصَها

يتحور الجين الورمي (السرطاني) Nras غالبًا بمرحلة مبكرة من نشوء

بعض أشكال مرض التكاثر النِقوي وسرطان الدم. ومؤخرًا، أظهر سين موريسون وزملاؤه في نموذج فأر أنّ تنشيط الجين الورمي Nras في الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs) يمارس تأثيرًا نمطيًّا حيويًّا، مما يزيد احتمال انقسام الخلايا في البعض، لكن يقلّ الاحتمال في خلايا أخرى. وهذا ما يتيح لهذه الطفرة المفردة ـ قبل الإصابة باللوكيميا ـ تمديد تَجَمُّع الخلايا الأسرع انقسامًا نسبيًّا، لكنْ يتيح أيضًا تعزيز التجديد الذاتي طويل الأجل في الخلايا الأبطأ انقسامًا. ويرى الباحثون أنه برعاية مواردها بهذه الطريقة، يمكن للخلايا متطفرة الجين الورمي Nras التفوق على أنواع منافسيها البرِّيَّة، وزيادة فرصة تحصيل طفرات أكثر، وفي الوقت نفسه استدامة الهيمنة النَّسِيليّة طويلة الأمد.

Oncogenic Nras has bimodal effects on stem cells that sustainably increase competitiveness

Q Li *et al*

doi:10.1038/nature12830

البيولوجيا الجزيئية

التحكم في مصير الخلايا الدهنية

تم إظهار أن إنزيم ناقلة ميثيل N–هيستون–لايسين الكروماتين الحقيقي 1 (EHMT1) ـ وهو إنزيم وُجِد بمستويات مرتفعة في النسيج الدهني البُنّي ـ يُعتبَر عنصرًا أساسيًّا من المُجمّع النسخي PRDM16 المتحكم في مصير الخلايا الدهنية البُنّيّة. ويؤدي فقدان هذا الإنزيم (EHMT1) من الخلايا الشحمية البُنّيّة إلى فقدان خصائص الدهون البُنّيّة، ويستحث تمايز العضلات في الجسم الحي، من خلال نزع الميثيل من هيستون 3 لايسين 9 من معزِّزات الجينات انتقائيّة العضلات. وعلى النقيض، يُشغِّل تعبير هذا الإنزيم البرنامج الجيني المُوَلِّد للحرارة في الخلايا الشحميّة بتثبيت استقرار بروتين PRDM16. والحذف المحدد دهنيًّا لهذا الإنزيم يخفض توليد الحرارة التكيُّفي بواسطة BAT، ويسبب البدانة ومقاومة الإنسولين.

EHMT1 controls brown adipose cell fate and thermogenesis through the PRDM16 complex

H Ohno *et al*

doi:10.1038/nature12652

الفيزياء الفلكية

أول ضوء من مفجِّر أشعة جاما

في الثامن من مارس 2012، حدَّد قمر ناسا الاصطناعي "سويفت" مفجر أشعة جاما GRB120308A في البداية، باعتباره نبضة مفردة من أشعة جاما تدوم حوالي 100 ثانية. وقد استجاب تليسكوب ليفربول ـ الكائن في لابالما ـ تلقائيًّا لاكتشاف سويفت؛ فحدد الشفق البصري، واستطاع تعقب تطور الضوء المستقطَب خلال الدقائق الحاسمة المبكرة من اندلاع الانفجار. توفر تلك النتائج ـ المقدمة هنا ـ أشد القيود حتى الآن على فيزياء نفاثات المواد المقذوفة من خلال انفجار مفجر أشعة جاما.

Highly polarized light from stable ordered magnetic fields in GRB 120308A

C Mundell *et al*

doi:10.1038/nature12814

علم النبات

الجاسمونات تعـزِّز الدفـاع

تدافع النباتات عن نفسها ضد مسببات الأمراض بإنتاج نواتج أيض ثانوية نشطة حيويًّا، كالصابونينات ثلاثيّة التيربين (مركّب عطري يُستخرَج من النباتات). وفي هذه الدراسة، أظهر آلان جوسنز وزملاؤه أنّ في نموذج بقوليّات الفصة البرميليّة يجنِّد الهرمون النباتي جاسمونات نظام التحلُّل المرتبِط بالشبكة الإندوبلازميّة (ERAD)؛ للسيطرة على التعبير عن إنزيم مختزل (ريدكتاز) -3-هيدروكسي-3-ميثيلجلوتاريل-التَّميم الإنْزيميّA، الإنزيم المُحَدِّد للمعدَّل في إمداد سلائف التربين ثُنائي فوسفات أيزوبنتينيل. تمنع هذه الآليّة الإنتاجَ المنفلت للصابونين؛ وبالتالي تحمي النبات من دفاعاته الخاصة لدى محاولة القضاء على مهاجميه.

The protein quality control system manages plant defence compound synthesis

J Pollier *et al*

doi:10.1038/nature12685

المناعة

تفسير قابلية المواليد الجدد للإصابة بالعدوى

خلال الأسابيع القليلة الأولى بعد الولادة، يكون الرُّضَّع أكثر عرضة للإصابة بالعدوى المنتشرة. وتُعزَى القابلية للعدوى إلى عيوب ذاتية بالخلايا المناعية للمواليد الجدد، لكن هذه الدراسة تقدِّم دليلًا على أن دفاعات المضيف في الحقيقة منقوصة بواسطة كبح المناعة النشط ضِمْن بيئة المواليد الجدد. وأظهر سنج واي وزملاؤه أنَّ في الفئران حديثة الولادة تكبح فئة جزيئية ـ من خلايا الدم الحمراء $CD71^{+}$ المعبِّرة لإنزيم أرجيناز-2 ـ تنشيط خلايا جهاز المناعة، وبالتالي تحمي من التهاب ضار يطلقه استيطان الميكروبات المتعايشة، يتعرض له المواليد الجدد فجأة. ولهذا الكبح نفسه نتيجة مؤسفة؛ تتمثل في خفض مقاومة العدوى أيضًا.

Immunosuppressive $CD71^{+}$ erythroid cells compromise neonatal host defence against infection

S Elahi *et al*

doi:10.1038/nature12675

علوم الأرض

منشأ انفصال طبقات "مُوهو"

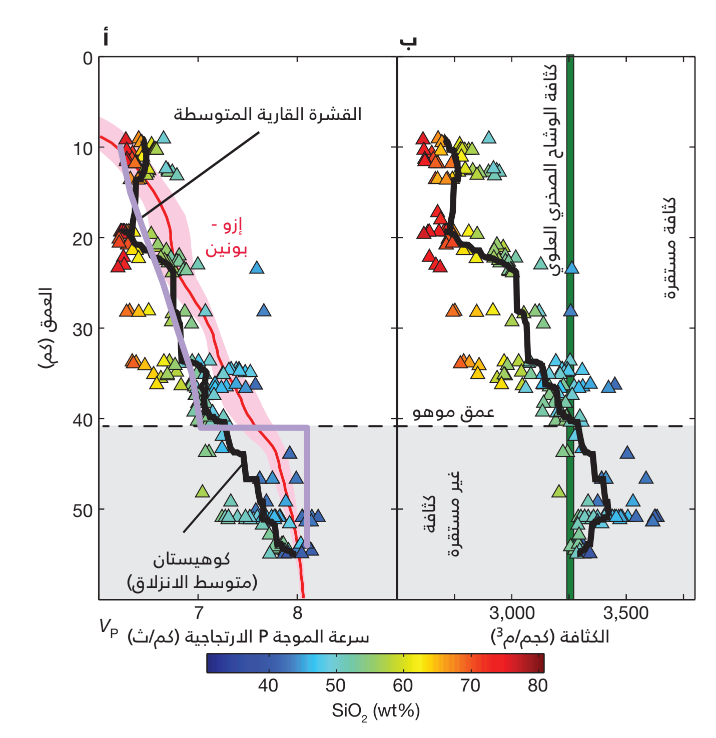
طبقات موهو Moho القارية هي عدم استمرار زلزالي حاد وُجِد عند عمق حوالي 40 كيلومترًا، يُعتقد أنه يفصل الصخور القشرية عن الوشاح الصخري أسفلها. وهنا، استخدم أوليفر جاجوتز، ومارك بيهْن حسابات الديناميكا الحرارية؛ لتقدير السمات الزلزالية والكثافة لمقطعين قوسين بركانيين مكشوفين بالكامل ـ في كوهستان بباكستان، وتالكيتنا بألاسكا ـ لتحديد كيف تحولت قشرة قوسية انتقالية إلى عدم استمرار حاد. واستنتج الباحثان أن القشرة القوسية السفلى غير مستقرة الكثافة بالنسبة إلى الوشاح الصخري العلوي المحيط، وأنه يمكن أن تنفصل إلى طبقات، وتغوص نحو الوشاح الصخري العلوي. لدى حدوث انعكاس الكثافة عند ضغط قريب من ذلك الموجود عند عمق الموهو، يشير هذا إلى غرق قشرة قوس الجزيرة السفلية، كأصل لانفصال طبقات موهو القارِّيَّة.

Foundering of lower island-arc crust as an explanation for the origin of the continental Moho

O Jagoutz *et al*

doi:10.1038/nature12758

الشكل أسفله | تفصيل سرعة موجة P الارتجاجية (Vp) وبنية عمق كثافة مقطع قوس كوهيستان المكشوف مقارنة بمتوسط القشرة القارية وقشرة قوس إيزو-بونين. أ، السمات الارتجاجية لقوس كوهيستان المعاد بناؤه تماثل نظيرتها بقشرة قوس إيزو-بونين (خط وردي، مع تظليل وردي، يشير إلى التقلب) ويختلف بشكل دال عن متوسط السمات الارتجاجية للقشرة القارية الأدنى (برتقالي). وتحديدًا، طبقات موهو الحادة التي تعرف المنطقة بين القشرة والوشاح في القارات غائبة في حالة الأقواس. **ب،** يتطابق عمق طبقات موهو القارّيّة مع العمق الذي تصبح فيه صخور كوهيستان القشرية غير مستقرة الكثافة بالنسبة للوشاح الصخري العلوي المستنفد (خط أخضر). تشير الخطوط السوداء إلى متوسط الانزلاق.






IKON IMAGES/CORBIS

العلوم المبسطة

علوم مبسَّطة لغير المتخصِّصين

إن تأليف كتب العلوم التي تخاطب الجمهور غير المتخصص أمرٌ يستحق السعي والعناء، لكنه يستغرق وقتًا طويلًا، كما أن العائد المادي لهذه الكتب غير مضمون.

سارة ويب

لم يتوقع جون لونج أبدًا أنْ يؤلف كتابًا. فأوقاته مزدحمة بأبحاثه في علم الأحياء، وكتابة الأوراق البحثية، والتدريس في كلية فاسار في بوكيبسي في نيويورك، لكن في عام 2009، وبعد أن تناقلت عدة صحف قصة خبرية لوكالة «أسوشيتد برس» حول عمله في استخدام الروبوتات لدراسة التطور، تلقَّى اتصالًا هاتفيًّا من وكيلة أدبية في مدينة نيويورك، تشجعه على تأليف كتاب علمي مبسَّط؛ لبيعه في المنافذ العامة.

كان لونج متشكِّكًا مما إذا كان مثل هذا المشروع يستحق بذل الوقت فيه، أو يفيده في مساره المهني، لكنّ الوكيلة أصرت قائلة: «أنت معلِّم، أليس كذلك؟» وأقنعته بأنّ تأليف كتاب سيسمح له بالوصول إلى «محبِّي المرح، المهووسين بالعلوم، الذين يريدون أنْ يتعلموا شيئًا ما رائعًا عن العلوم». نشرت دار «بيزيك بوكس» كتاب «أجهزة داروين» في 2012، وقد أتاح الكتاب للونج قليلًا من المال الإضافي، وأعطاه فرصة للتفاعل مع المهتمين بالعلوم من غير الباحثين. وهو الآن يدرس فكرة كتاب جديد.

إن تأليف كتاب للجمهور غير المتخصص يعود بالنفع على مؤلفه، وربما يُعَدّ فرصة له ليصبح شهيرًا، لكنه كذلك يتطلب بذل الكثير من الوقت والجهد، والاستعداد لأنْ يتم فحص هذا المجهود من جانب شخصٍ يضع الاستهلاك الجماهيري نصب عينيه. تعتمد الدفعات المقدَّمة من المال على عوامل السوق التي يحددها الناشر. وليس هناك ضمانٌ بأنْ يكون الكتاب مربحًا. والمؤلف يغامِر بإنفاق الكثير من الجهد في عملٍ، قد لا يدرّ عليه مالًا، أو لا يلقى قبولًا.

إنها عملية مرهقة. تقول الوكيلة الأدبية أليس مارتل من وكالة «مارتل» في نيويورك: «عبر كل السنوات التي قضيتها في هذه الوظيفة، لم يحدث أنْ أنهَى أحدهم كتابًا، ثم قال لي: كان هذا أسهل مما تصوَّرتُ». ولإعطاء ذلك المشروع أفضل فرصة للنجاح، يتوجب على الباحثين الراغبين في عرْض قصصهم لجمهور واسع أنْ يجدوا فكرة جذابة، وأنْ يعملوا مع فريقٍ على صياغة الكتاب.

بذور الفكرة

إن أغلب الكتب المبسَّطة التي يكتبها علماء، إمّا ترتبط مباشرة بأبحاثهم، أو تستكشف موضوعات كبيرة في تخصصهم. قد تأتي الفكرة من ملاحظة فجوة في السوق. لقد أدرك دانيال ديفيز ـ القارئ النهم ـ أن هناك العديد من كتب العلوم المبسطة حول أساسيات الفيزياء، أو علم الأحياء التطوري، لكن ديفيز عالِم المناعة في جامعة مانشستر في المملكة المتحدة لم ير كتابًا يتناول الجانب الذي يُجْرِي أبحاثًا عليه. وقد أدى هذا النقص إلى التوصل إلى موضوع لكتابه لعام 2013: «جينات المواءمة»، الناشر (بنجوين)، وهو كتاب يستكشف تنوع مناعات البشر، والآثار المترتِّبة على ذلك. ولتسهيل وصول الجمهور إلى الكتاب، قام بالتركيز على فكرة أن أكبر الاختلافات الجينية بين البشر ليست في الجينات التي تقوم بصياغة لون الشعر، أو ◄



كتاب أيريني بيبربيرج عن أبحاث الإدراك في الببغاوات أخذ بألباب القراء.

DAVID CARTER

الأعين، أو الجلد، ولكنها في الجينات الخاصة بجهاز المناعة في أجسادنا.

على العلماء الذين يفكرون في تأليف كتب أن يستشيروا وكيلًا أدبيًّا في وقت مبكر من عملية الكتابة، لتجنُّب بذل الكثير من الوقت في فكرة لن تنفع. ولأنهم يعرفون هذه المهنة، وما يبحث عنه المحررون في دور النشر، فإن الوكلاء بإمكانهم إعادة صياغة الفكرة؛ لتصبح أكثر جاذبية للناشر، حسبما يشير لونج. وتقول مارتل إنّ هذا أمر حيوي، لأن المؤلف المحتمل يحتاج إلى أن يقنع الناشر بأن الفكرة جديدة، وبأنه هو أفضل شخص يكتب عنها (انظر: «منحنى السرد الخاص بالتأليف»). كما يفيد في ذلك تكوين قاعدة متابعة على الإنترنت؛ فالتواصل وتبادل الأفكار والمعلومات على شبكات التواصل الاجتماعي، وإنشاء مدونة مشهورة ـ على سبيل المثال ـ يُظهِران للوكيل أو للناشر أنّ الباحث قد يكون لديه عدد واعِد من القراء.

عرض الجوهر بشكل أنيق

يجب على الكُتّاب التجاوب مع قرائهم.. حيث إنّ أغلب قراء الكتب العلمية المبسطة هم ممّن تلقّوا تعليمًا جيدًا، لكنهم لم يعملوا في المجال العلمي. فإذا كانوا سينفقون 25 دولارًا أمريكيًّا في كتاب ذي غلاف مقوى، ويبذلون الوقت في قراءة 300 صفحة، فإنهم كذلك سيرغبون في الحصول على قدر من المتعة. تقول مارتل: «عليك أنْ تأخذ عقول القراء إلى مكان لن يذهبوا إليه إلا بقراءة الكتاب، وعليك أن تكون مُقْنِعًا». إن أغلب الكتب غير الخيالية ـ حتى تلك التي تتناول العلوم ـ تعتمد على أسلوب القص السرديّ، وهو أسلوب مختلف تمامًا عن الأسلوب الجاف التوضيحي لمقالات الصحف، أو عن أسلوب الدردشة المعلوماتي الذي يلائم المدونات، أو مقالات الرأي.

يقول ديفيز إنه يتوجب أن يكون الأسلوب أدبيًّا، ربما أكثر مما اعتاد عليه الباحث، إذ يستخدم صيغة تخاطبية، وربما يتضمن قصصًا شخصية، أو طرائف حول العلوم. ورواية أساليب ممارسة العلوم لها الأهمية ذاتها لشرح نتائجها، حسبما يؤكد ستيفين بينكر، متخصص العلوم الإدراكيّة في جامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس، الذي من بين أفضل كتبه مبيعًا كتاب «غريزة اللغة»، (هاربر برينيال، 1994). ولإضفاء روح على القصة.. أمضى بينكر الكثير من الوقت في البحث في التفاصيل الدقيقة بالقسم المختص بطريقة إجراء البحث في عدة أوراق علمية.

إن الابتعاد عن المصطلحات العلمية، مع تجنب تبسيط الأسلوب أكثر مما ينبغي مع القراء الأذكياء قد يكون أمرًا صعبًا. فعندما كانت أيريني بيبربيرج ـ العالمة النفسية، والباحثة المشاركة في هارفارد ـ تؤلف كتابها «دراسات أليكس» (مطبوعات جامعة هارفارد، 2002)، الذي ركّز على أبحاث الإدراك لدى الببغاوات، قامت باختبار جودة كتاباتها من خلال إرسال مسوّدات أوّليّة لبعض فصول الكتاب إلى أصدقائها الذين كانوا في الجامعة، لكنهم عملوا في مجال آخر غير مجالها. تقول: «إذا استطاعوا متابعته؛ أكون قد نجحت». وتضيف قائلة إن مالكي الببغاوات أحبوا أن يكون لديهم كتاب يشرح سلوك حيوانهم الأليف، بينما أَحَبَّ العلماء أن يكون لديهم إلمام بكافة الكتابات المتعلقة بالأمر.

يُعَدّ اختيار الكلمات وإيقاع العبارات من الأمور المهمة كذلك. فعلى سبيل المثال.. يحتاج الكتاب إلى تنويع طول العبارات، واستخدام فواصل انتقالية سلسلة، حسبما يشير ديفيد هاسكيل، عالِم البيولوجيا في جامعة الجنوب في تينيسي، ومؤلف «الغابة الخفية» (فايكينج بنجوين، 2012). ويقارن هاسكيل بين الكتابة، والموسيقى، أو الطهي، قائلًا: «يجب أن يكون وقْع الكلمات ومذاقها صحيحًا». تقول مارتل ـ وهي وكيلة هاسكيل ـ إن ثراء الكتابة يحتاج كذلك إلى أن تنقِل القراء إلى مكانٍ.. بحيث لا يكونون بالضرورة منتبهين إلى أنهم يتعلمون شيئًا. وتضيف: «إنها المقدرة على جذب أناس آخرين، وجعْلِهم يرغبون في قراءة الكتاب».

يقول هاسكيل: «الأمر ليس متعلقًا بازدهار الثقافة، ولكنه متعلق بالسناجب والبكتيريا. يجب أن تكرم القراء بتقديم كلمات سلسة».

الشكل والوقت

يجب أن تكون للكتاب بِنْيَة ذات بداية واضحة، ووسط، ونهاية. ويمثل السرد الكُلّي والإيقاع تحديًا لأي كاتب، خاصة إذا ما كان يستكشف بحرًا من الأبحاث. يقول هاسكيل: «عندها.. تكون مساعدة المحرِّر بالغة الأهمية». وبالنسبة إليه، فإن المدخلات حول بِنْيَة السرد «ارتقت حقًّا بجودة الكتاب». يقول كيفين دوتن ـ وهو المحرر الرئيس لهاسكيل، ويعمل حاليًا في دار «كراون» بنيويورك ـ إنّ الجودة العامة لكتابة هاسكيل كانت فائقة. لذا.. كان دور دوتن أن يجد المواضع التي كان إيقاع الكتاب فيها سريعًا شيئًا ما، أو تلك المواضع التي شَعُرَ فيها أن عقل القارئ قد يلتبس عليه الأمر. ثم أشار عليه قائلًا: «هذه هي المواضع التي أريدك فيها أن تبطئ قليلًا، أو التي أريدك أن تضيف إليها شرحًا».

ولكونه مشروعًا كبيرًا ذا أجزاء متعددة، فإن تأليف كتاب قد يستنفد الكثير... يقول ديفيز إنه يكاد يكون من المستحيل أن تكون محاضرًا بارعًا، وباحثًا، ومؤلفًا في الوقت

نحو الطباعة

منحنى السَّرْد الخاص بالتأليف

إن تأليف كتاب هُوَ أمرٌ ينطوي على أكثر من مجرد الكتابة. وفيما يلي الخطوات الست الأولى لصياغة كتاب علمي للجمهور العام.

- إيجاد فكرة لافتة.. حيث إنك ستحتاج إلى أن تقنع أحد الوكلاء الأدبيين (وفيما بعد.. أحد الناشرين) بأن فكرتك فكرة عظيمة تصلح لأنْ تُنْشَر في كتاب، وأنك أفضل شخص لكتابتها.
- اختر وكيلًا أدبيًّا ليكون جهة اتصال بينك وبين الناشر، ولمساعدتك على استكشاف عملية النشر. وبإمكانه أن يساعدك على تحسين فكرتك، وطرح كتابك، والتفاوض حول بنود التعاقد مع الناشر، وسيكون بمثابة محامٍ بالإنابة عنك. وإذا كنتَ مشهورًا؛ فإن أحد الوكلاء قد يسعى إليك، وإنْ لم تكن كذلك، فيمكنك أن تسأل زملاءك المشتغلين بالكتابة عن وكلائهم، أو قم بمراجعة قسم «شكر وتقدير» في الكتب التي تحوز على إعجابك. وتتباين الدّفْعات المالية المقدّمة إلى المؤلفين ـ وهي أموال تُدفَع مقدمًا، يتلقاها المؤلف من الناشر، ويتم خصمها من مبيعات الكتاب ـ بشكل كبير. ويتوقع الكُتّاب الحصول على ما بين 10 آلاف و80 ألف دولار أمريكي، نظير الكتابة في موضوع متخصص، لكنّ الأفكار العظيمة التي تستقطب استحسان الجمهور تحصل على أكثر من ذلك بكثير. وفي الغالب.. يحصل وكيلك الأدبي على نحو 15% من إجمالي الأرباح، بما في ذلك المقدَّم المدفوع وحقوق التأليف. وتأتي أموال أخرى من الحقوق الدولية وحقوق وسائل الإعلام المختلفة، كما يحصل الوكيل على نصيب من هذه الأرباح.
- اكتب مقترحًا لما تنوي الكتابة فيه.. حيث يرغب المحررون في دور النشر أنْ يأخذوا فكرة عما تخطّط لكتابته، قبل أن تبدأ فيه. لذلك.. غالبًا ما يعمل الكُتّاب مع وكيل؛ من أجل إعداد مقترَح يضم عرضًا جذابًا للكتاب، وأحيانًا يتضمن عيِّنة من فصل أو عدة فصول، وموجزًا لكل فصل. وينبغي أن يتضمن معلومات عن الكتب التي تتناول موضوعات مشابهة. بعد ذلك.. سيقوم وكيلك بإرسال مقترحك إلى ناشرين ومحررين؛ لجذب اهتمامهم. وهذا قد يستغرق أسابيع أو شهورًا.
- ألّف الكتاب.. بعد توقيعك عقدًا مع الناشر، بإمكانك أن تتوقع أن يُتاح لك عامٌ كامل؛ لتؤلف خلاله الكتاب. وخلال تلك الفترة، ستحتاج إلى أن ترسل بعض الفصول إلى المحرر في وقت مبكر؛ للتأكد من أنك ترقى للتوقعات.
- راجِع الكتاب.. فحالما تقوم بتسليمه، قد تقوم بالعمل جنبًا إلى جنب مع المحرِّر؛ من أجل تنقيح وتهذيب وتحسين الكتاب، والتأكد من أن النَّصّ كله ملائم. إن الدقة بالغةُ الأهمية.. وسوف تحتاج إلى مراجعة الحقائق، وفهرسة الكتاب (ويمكنك توظيف مَنْ يساعدك في ذلك). وعلى مدار عدة أشهر، سيعمل المحررون والمراجعون على النَّصّ المقبول الذي انتهيتم معًا إلى إقراره، بينما تقوم أنت بمراجعة التعديلات.
- قم بتسويق الكتاب.. فحالما يبدأ البيع، ستحتاج إلى المشاركة في الدعاية. وقد تَظْهَر في برامج تلفزيونية، أو تتحدث في برامج إذاعية، أو تلقي محاضرات حول الموضوع. وربما ينتظر منك الناشر أن تشارك في مدوّنات أو في وسائل التواصل الاجتماعي. وعليك أن تخبر معارفك عن الكتاب؛ لمساعدتك في زيادة المبيعات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



كَتَبَ دانيال ديفيز عن الفروق الجينية في جهاز المناعة البشري، لكنّ هذا الموضوع لم يحظ بالاهتمام الواجب في سوق العلوم المبسَّطة.

نفسه. فأثناء الكتابة أبقَى ديفيز على عمله في المختبر، لكنه توقَّف عن التدريس. يقوم معظم الكُتّاب العلماء بتأليف كُتبهم خلال فترات الإجازات، أو خلال العطلات الدراسية. لقد ألَّفت بيبريبرج كتاب «دراسات أليكس» بالعمل ثلاث ساعات يوميًّا، من التاسعة صباحًا، حتى الثانية عشرة ظهرًا، بينما كانت تمكث في المختبر لبقية يوم العمل، البالغ طوله 13 ساعة. وتوضِّح أنه خلال تلك الأثناء احتلت الكتابة مكان التدريس والعمل في إحدى اللجان الجامعية.

يجب على المؤلفين الشروع في التسويق، حالما يتم نشر الكتاب. وعليهم أن يكونوا على استعداد للحديث عنه أمام القارئ العادي، وقد يُطلب منهم أن تتم استضافتهم في حوارات على إحدى محطات الراديو، أو التلفاز، وأن يلقوا محاضرات. إنّ التسويق أمرٌ مرهق حقًّا.. «فليس هناك وقت كافٍ في اليوم، ولا طاقة كافية في الجسد»، حسبما يقول هاسكيل، الذي هو حاليًا في إجازة من التدريس ـ غير مدفوعة الأجر ـ لمدة عام؛ للترويج لكتابه الحالي، والإعداد لكتابه التالي. وفي العام الماضي، اعتمد دخْله على أرباح كتابه، وعلى الأجر الذي تقاضاه نظير الاشتراك في فعاليات متعلقة بالكتاب.

بسبب هذه المتطلبات.. ينصح أغلب العلماء المؤلفين غيرَهم من الباحثين الأكاديميين بألّا يَشْرعوا في تأليف كتاب، قبل أن يتم تثبيتهم في وظائفهم. يقول بينكر: «أعتقد أن هذا خطأ، حتى تصبح واثقًا من إنشاء مختبَر، ومن الحصول على مِنَح». يقول ديفيز: «إن الأشخاص الذين لديهم شغف دائم بتأليف الكتب، ما عليهم إلا أن يخوضوا غمارها، حالما تسنح لهم الفرصة، وإلّا فقد تفوتهم».

قياس النجاح

إن التنبؤ بأيّ الكتب سينجح، وأيها سيفشل ليس أمرًا سهلًا على الإطلاق. وحتى إذا حاز الكتاب على إطراء النقاد، فليس هناك ضمان بأن يُحْسِن الجمهورُ استقباله. يقول هاسكال إنه كان من بين المحظوظين؛ فكتابه «الغابة الخفية» كان من بين الكتب التي وصلت إلى النهائيات في «جائزة بوليتزر للكتب العامة غير الخيالية»، وهو من بين الكتب التي فازت في عام 2013 بجائزة الكتاب، التي تمنحها أكاديمية العلوم القومية الأمريكية. يقول هاسكال إنه أيضًا حقق مبيعات مرتفعة من خلال منافذ بيع الكتب العادية، وكذلك نتيجة لاستخدامه ضمن الدراسة الأكاديمية.

بِغَضّ النظر عن النجاح التجاري، فإن الطاقة الذهنية التي يتم استثمارها في تأليف الكتب يمكن أن تثري المسار المهني العلمي. ينظر بينكر إلى الكتابة باعتبارها امتدادًا لأبحاثه الأكاديمية؛ إنها بمثابة ممارسة العلوم النظرية في وجود جمهور. وقد استفاد ديفيز من الوقت الذي قضاه في التفكير في 60 عامًا من الأبحاث، وفي إجراء المقابلات مع علماء آخرين.. فمنذ أنْ ألَّفَ كتابه، عمد إلى استخدام الأفكار التي تصادفه في صياغة موضوعات جديدة للأبحاث العلمية التي يجريها مع فريقه. إن رؤية الصورة الكاملة تكشف عن طرق جديدة للتركيز على الأسئلة المهمة في المجال. فعلى سبيل المثال.. يبحث مختبره الآن في كيفية استجابة الأنظمة المناعية الخاصة بأفراد مختلفين لأنواع متباينة من الخلايا المريضة.

وقد أسهم كتاب لونج في زيادة شهرته وأتاح له فرصتين غير متوقعتين.. فهو الآن يقوم بإعداد مجموعة محاضرات، بعنوان «مقدمة في الروبوتات» لحساب شركة «جريت كورسيز»، وهي شركة في تشانتيلي في فرجينيا، تبيع مواد دراسية على أقراص مدمجة (دي في دي). كما أقام لونج تعاونًا بحثيًّا مع جوش بونجارد، باحث المعارف الإدراكيّة في جامعة فيرمونت في بورلينتون، وقد التقى به بعد أن قام بونجارد بكتابة نقد لكتابه في دوريّة «نيو سايِنْتِيست».

لطالما كان نشر الكتب مجال عمل ينطوي على مخاطرة. تقول لورا وود من شركة «فاين برينت للإدارة الأدبية» في نيويورك: «إن مقدار العمل لا يتناسب مع عائده المادي». كما يؤكد هاسكيل على أن الأمر لا يتعلق بالمال، بل إن «الحب غير المحدود للغة والعلوم، هو المبرِّر الوحيد الذي أراه لتمسك بالقلم». ■

سارة ويب كاتبة حرة، تقيم في تشاتانوجا في ولاية تينيسي.

نشر

تأثيرات سحب الأوراق المنشورة

أظهرت دراسة (S. F. Lu *et al*. *Sci*. *Rep*. **3**, 3146; 2013) أنّ قيام النشرات العلمية بسحب إحدى الأوراق البحثية المنشورة يؤدي إلى تقليل عدد مرات الاستشهاد بالمنشورات السابقة لمؤلف الورقة المسحوبة. فقد قام مؤلفو الدراسة بتحليل تأثيرات 667 إجراء سحب ـ أغلبها عِلميّ، تعود تواريخها إلى عام 2000 وما يليه ـ على الاستشهادات بالأعمال السابقة لمؤلف الورقة البحثية المسحوبة. وعندما تقوم النشرة العلمية بسحب الورقة البحثية، فإنّ عدد الاستشهادات السنوية بأوراق بحثية سابقة يقل بنسبة 6.9% في المتوسط، لكنّ إجراءات السحب التي يقوم بها المؤلف بنفسه ليس لها مثل هذا الأثر. يقول بن جونز، المشارِك في الدراسة ـ وهو عالِم اقتصاد في جامعة نورث ويسترن في إفانستون في إلينوي ـ إنّ المجتمع العلمي يكافئ «الأمانة». ويضيف قائلًا إنّ قيام المؤلف بالإبلاغ بنفسه عن أخطاء لسحب الدراسة يشير إلى «أنك بالفعل تهتم بأنْ تأتي بالأمر على وجهه الصحيح».

المملكة المتحدة

طلاب دكتوراة علوم البيئة

يسعى «مجلس أبحاث البيئة الطبيعية» NERC البريطاني إلى توظيف 1200 طالب من طلاب الدكتوراة في علوم البيئة. وكجزء من استثمار حكومي قيمته 100 مليون جنيه استرليني، سيتم تقديم مِنَح بحوالي 82 ألف جنيه استرليني (130 ألف دولار أمريكي) على مدار ثلاث أو أربع سنوات، ابتداء من هذا العام 2014. ومن المقرر أن يتدرب الطلاب مع جهات الأعمال، أو صُنّاع السياسات، أو المجموعات غير الهادفة إلى الربح، التي من الممكن أن تتيح لهم استخدام مرافقها، أو التدرُّب لدى المتخصصين، أو قد توفر لهم متطوعين لمراجعة أطروحاتهم. تقول كريستي جرينجر ـ المسؤولة عن المهارات والوظائف في «مجلس أبحاث البيئة الطبيعية» ـ إنّ ثلث متلقِّي المِنَح سيتمكنون من القيام بأبحاث غير أكاديمية، وهذا ربما يتضمن العمل لدى شركة للبترول والغاز الطبيعي؛ لإيجاد طرق مستدامة بيئيًّا؛ لاستخراج الموارد. وتضيف: «يحصل الطالب على خبرة مباشرة من مصدرها على أرض الواقع».

الولايات المتحدة

معاناة الإغلاق

أفاد تقرير لمكتب الإدارة والموازنة الأمريكي بأن الإغلاق الحكومي لمؤسسات وهيئات وشركات في الولايات المتحدة ـ الذي استمر 16 يومًا، بداية من الأول من أكتوبر الماضي ـ كانت له آثار خطيرة على الباحثين (انظر: go.nature.com/le3tcd)، فقد قامت الولايات المتحدة بإعطاء إجازة إجبارية لحوالي 98% من موظفي «المؤسسة القومية للعلوم»، ولثلثي موظفي «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها»، ولثلاثة أرباع موظفي «المعاهد القومية الأمريكية للصحة»، حسبما أفاد التقرير. ولم يتمكن العديد من الباحثين في المعاهد القومية الأمريكية للصحة من دخول مختبراتهم في بيثيسدا في ميريلاند. يقول مايكل جوتيسمان ـ نائب المدير لشؤون الأبحاث الجماعية في المعاهد القومية الأمريكية للصحة ـ إنّ بضعة أسابيع من العمل الضائع بالنسبة للعلماء الذين ما زالوا في بداية مسارهم المهني تمثل «نسبة كبيرة مقتطَعة من خبراتهم البحثيّة».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المحطة الميدانية لـ«مختبرات روكي ماونتين البيولوجية» خارج كريستيد بوت في كولورادو تقدِّم مرافق ذات تقنية فائقة لخدمة البحث الميداني.

عمل ميداني

روعة العمل الميداني

تتيح محطات البحث الميدانية مرافق متطورة، وفرصًا لإجراء أبحاث علمية على نطاق واسع.

روبرتا كووك

كان موسم العمل الميداني لنووه وايتمان في 2011 صعبًا. فقد قضى هو وفريقه شهرين من الصيف في جبال روكي؛ يدرسون ما إذا كانت الإصابات البكتيرية تجعل النباتات أكثر عرضة للحيوانات آكِلة العشب، أم لا. أراد الفريق عزل البكتيريا الموجودة على أوراق الأشجار، ثم حقْنها في نباتات الحقل البحثي، لكن المحطة البحثية التي كانوا يعملون بها ـ «مختبرات روكي ماونتين البيولوجية» غير الهادفة إلى الربح، والواقعة قرب كريستيد بيوت في كولورادو ـ لم تكن لديها مُعِدّات تدعم العمل المختبري المعقم.

لذا.. كانوا يقودون سياراتهم مرتين أو ثلاث أسبوعيًّا لمدة ساعة ذهابًا، وأخرى إيابًا، ليصلوا إلى جامعة ويسترين ستيت كولورادو في جانيسون؛ من أجل تعقيم وسائط التغذية في جهاز «الأوتوكلاف»، وصَبّها في أطباق «بِتْري»؛ لتصبح جاهزة لإنبات البكتيريا. كان الفريق مُمْتَنًّا لإتاحة هذه المرافق له، لكنّ العملية «كانت مرهقة للغاية، واستنفدت طاقاتنا»، حسبما أوضح وايتمان، عالِم الوراثة البيئيّة في جامعة أريزونا في توكسون.

بحلول موسم العمل الميداني لوايتمان في عام 2012، كانت «مختبرات روكي ماونتين البيولوجيّة» قد أنشأت مركز بحوث جديدًا؛ به شعلات «بانْسِن»، ومياه مفلترة، وخزانات الوقاية والتخلص من الأبخرة؛ للاستخدامات الكيميائية. وقد حَصَلَتْ على التمويل بشكل أساسي من حزمة حوافز عام 2009، التي منحتها إيّاها الحكومة الفيدرالية الأمريكية. وتحسَّنت المرافق أكثر في عام 2013، عندما أتاح التمويل القادم من المؤسسة القومية للعلوم الأمريكية ومتبرعين من القطاع الخاص إضافةَ جهاز «أوتوكلاف»، وحاضنة رجّاجة، وجهاز تفاعل البوليميريز المتسلسل، وبرادات بدرجة تبريد تصل إلى 80– درجة مئوية . وصار بإمكان الفريق الآن حِفْظ عينات أكثر من النباتات والبكتيريا، وإجراء العمليات عليها بشكل أسرع.

لقد اعتادت محطات ميدانية عديدة أن تقدِّم إلى علماء الأحياء خدمات لا تزيد كثيرًا عن إتاحة الوصول إلى الأراضي، والمعدات الأساسية في عملهم، مثل المجهر، وتجهيز مكان للنوم، لكنْ على مدار العقد الماضي، أو نحو ذلك، بدأت المحطات البحثية حول العالم إضافة ميزات أكثر تطوُّرًا، مثل: معدات البيولوجيا الجزيئية، والبث اللاسلكي (واي فاي)، وأجهزة نظام تحديد المواقع العالمية (جي بي إس)، ومميزات أخرى، تتنوع بين أبراج تتيح للباحثين مراقبة مظلة الغابات، وبين مرافق تتيح لهم القِيام بتجارب واسعة النطاق على البحيرات. هذه التحديثات ـ التي غالبًا ما تكون مموَّلة من المنح الحكومية ـ تأتي مدفوعة جزئيًّا بالانخفاض المستمر في تكلفة التقنيات. وفي الوقت ذاته، هناك اهتمام علمي متزايد بالتساؤلات البحثية المعقدة وواسعة النطاق، بما في ذلك مشروعات تبحث تأثيرات التغير المناخي والأنواع الغازِيَة ومسببات الأمراض عبر مناطق بأكملها. ويهدف دعم هذا العمل، فإن برامج معينة، كتلك المُموّلة من جانب المؤسسة القومية للعلوم، مثل «الشبكة القومية الأمريكية للرصد الإيكولوجي» NEON ـ ومقرها في بولدر في كولورادو ـ تقوم بجمع بيانات موحَّدة متعلقة بالبيئة والغلاف الجوّي عبر كل البلاد؛ وهو أمر بعيد كل البعد عن عملية جمع النباتات والكائنات التي كانت في السابق سمة أساسية لأبحاث المحطات الميدانية. وتقول سارة أوكتاي، مديرة محطة نانتاكيت الميدانية التابعة لجامعة ماساتشوستس بوسطن: «في السابق كنا فقط نقوم بالإمساك بالكائنات»، لكن الآن أصبح العلماء أكثر اهتمامًا بالإجابة عن تساؤلات كبرى مرتبطة بمناطق كاملة.

مرافق فائقة التقنية

تتيح وصلات الإنترنت المتطورة في بعض المحطات للباحثين تحميل البيانات تلقائيًّا من أجهزة الاستشعار الميدانية إلى خوادم الجامعات، أو مستودعات البيانات الإلكترونية. وفي عام 2006 قامت محطة نانتاكيت ـ بتمويلٍ من المؤسسة القومية للعلوم ـ بتركيب نظام «واي فاي» يغطي حوالي 80% من مساحة الموقع التابع لها، البالغة 43 هكتارًا، وهو ما أتاح للعلماء النفاذ إلى أجهزة الاستشعار عبر الإنترنت، من أجل تعقب الأنواع التي تحظى بالاهتمام (قام فريق بتركيب كاميرات؛ لتسجيل فيديوهات للسرطان العابث fiddler crab)، أو مراقبة درجة الحرارة أو الإضاءة، أو رطوبة التربة. وهذا يسهم في تسريع الولوج إلى البيانات، ويسهِّل معرفة ما إذا كان أحد أجهزة الاستشعار معطلًا، أم لا. وبدونها، كانت «أوكتاي» تضطر إلى «وضع زوج من الأحذية المطّاطيّة، والقيادة لمسافة 20 ميلًا» لاكتشاف سبب تعطُّل أحد الأجهزة.

إن تقنية رسم الخرائط المحسَّنة تتيح للعلماء جمع بيانات عن المواقع المحدَّدة. وفي عام 2004 بدأت «مختبرات روكي ماونتين البيولوجية» تقديم وحدات «جي بي إس» محمولة للباحثين الزائرين. وفي ذلك الوقت.. كانت تلك الوحدات قادرة على تحديد المواقع بدقة تصل إلى 100 سنتيمتر. وقبل عامين، وفي ظل الوصول إلى المزيد من بيانات الأقمار الاصطناعية، صار بإمكانها أن تصل إلى ما بين 20 ـ 40 سنتيمترًا. وتحتفظ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



IGB

جورج ساريبكا (يسار)، ومارك جريسنر يقومان بجَمْع عيِّنات من العوالق الحيوانية في «ليك لاب» بألمانيا.

المحطة بقاعدة بيانات خاصة بنطاقها المكاني، مثل بيانات الارتفاع، ومواقع الطرق والأنواع؛ وذلك حتى يستطيع العلماء البحث عن ارتباطات بين ملاحظاتهم وعوامل أخرى، مثلًا: بين مستويات الأدرينالين لدى الحيوانات، وبُعْد المخلوقات عن الآثار المصطنعة. ومن ثم يصبح العلماء الذين يقومون بدراسات طويلة الأمد على ثقة بأنهم سيعودون إلى المواقع نفسها، عامًا بعد عام، بدلًا من الاعتماد على العلامات المادية التي قد تتحرك أو تدفن في ظل الحياة البرية هناك.

بعض المحطات الميدانية قامت بتركيب مرافق متطورة للغاية؛ لإجراء التجارب. وفي عام 2008، وبتمويل من المؤسسة القومية للعلوم، قامت محطة «لا سيلفا» البيولوجية في شمال كوستاريكا ـ التي تديرها منظمة الدراسات الاستوائية (غير الهادفة للربح) في دورهام بنورث كارولاينا- بانشاء ثلاثة أبراج بين ارتفاعي 33 و 41 مترًا، وتم تجهيزها بالكهرباء، وتقنية الـ»واي فاي»، وهو ما يَسَّر الولوج إلى مظلة الغابة. يقول كارلوس دي لا روزا ـ مدير المحطة ـ إنّ الأبراج شُيِّدت لجعل المحطة أكثر جذبًا للباحثين والمعلمين. يتحرك روبوت ذهابًا وإيابًا بين الأبراج على سلك، ويقوم بجمع بيانات عن الانعكاس السطحي والإشعاع الشمسي والصوت؛ فمحطات رصد الطقس تقوم بجمع بيانات الأرصاد الجوية من ارتفاعات مختلفة. وبإمكان الباحثين دراسة الفروق بين الأنظمة البيئية على الأرض، وتلك التي تعلو أرض الغابة، مثل الاختلافات في نوعيات الخنافس الموجودة. ويقول دي لا روزا إنّ فريقًا يفكر في تسجيل فيديو للفراشات بكاميرات على مستويات مختلفة، ومن ثم يقوم ببَثّ اللقطات عبر الإنترنت. ثم يقوم الباحثون بتوظيف أشخاص من الجمهور لمشاهدة الفيديوهات، والمساعدة في تحديد الأنواع، وهو ما يوفِّر على الباحثين ساعات عديدة من المشاهدة.

أعمال مائية

تستفيد الدراسات البحثية للأنظمة البيئيّة المائيّة هي الأخرى من وجود معدات أفضل، بلا شك. ففي العام الماضي، أنشأ معهد إيكولوجيا المياه العذبة ومصائد السَّمك الداخلية في نيوجلوبسوو بألمانيا، مِرفَقه المسمَّى «ليك لاب»؛ لدعم الأبحاث التي تتناول تأثيرات التغير المناخي. يتكون النظام المُمَوَّل بمِنَح من وزارة االتعليم والبحث العلمي الفيدرالية من 24 ملحقًا أسطوانيًّا موجودًا في بحيرة ستيشلين، وفي داخلها يمكن للعلماء محاكاة التغيرات في عمق المستوى العلوي من المياه الدافئة، وقياس آثارها على النباتات والحيوانات. ويدرس باحثون من ألمانيا والمجر كيف تؤثر هذه التغيرات على الهدبيّات والطحالب، على سبيل المثال. يقول مارك جيسنر ـ مدير «ليك لاب» ـ إنّ هذه الملحقات ضخمة يصل عمقها إلى حوالي 20 مترًا، وعرضها 9 أمتار؛ وهو ما يقلِّل تأثير الجدران، ويتيح للتجارب محاكاة الظروف الطبيعية بشكل أفضل.

إنّ المميزات التي تقدمها المحطات الميدانية الحديثة تتعدى التقنيات؛ فالباحثون يستفيدون من سنوات عديدة من الحكمة الجماعية. يقول إيان بيليك ـ مدير «مختبرات روكي ماونتين البيولوجية» ـ إنّ الدراسات الإيكولوجية التي بدأت في ستينات وسبعينات القرن الماضي وضعت أُسُس عمل جيل جديد من الباحثين. واليوم، تتيح المحطات الميدانية للباحثين رأس مال فكريًّا متراكمًا، يتمثل في مجموعات بيانات أصلية ممتدة منذ عقود، وخطط بحثية مُؤرْشَفة، ومجموعات من العيِّنات، وتاريخ شفهي لا يقدَّر بثمن بالنسبة إلى الباحثين الشباب. فالباحث الذي يسعى لمعرفة أفضل مكان للعثور على نوع لزهرة معينة، يحصل بسهولةٍ على نصائح من أحد العاملين في المحطة الميدانية، أو من زميل عَمِلَ في السابق في ذلك الموقع، بدلًا من البحث في الأوراق البحثية المنشورة. يقول بيليك: «إنّ هذه الخلفية المعلوماتية تُعَدّ أمرًا مِحوريًّا؛ للسماح للعلماء الجدد بالنهوض بمشروعاتهم، وتسريع أدائها» (انظر: «التخطيط هو مفتاح النجاح»).

توسيع النطاق

غالبًا ما يقوم مديرو المحطات الميدانية بالتنسيق مع بعضهم البعض ومشاركة البيانات، وهو ما يسمح للعلماء بالقيام بدراسات على نطاق واسع. تقول أوكتاي ـ الأمين العام لـ»منظمة المحطات الميدانية البيولوجية» في وودسايد بكاليفورنيا ـ إنّ منظمتها عملت ـ على مدار الأعوام العشرة أو العشرين السابقة ـ على زيادة هذا التواصل. كما يهتم المديرون بدعم الباحثين المنفردين. فعلى سبيل المثال.. إذا ما تَقَدَّمَ أحد العلماء إلى المنظمة، مُبْدِيًا اهتمامًا بدراسة إحدى الفراشات الطفيلية في نيو إنجلاند؛ فستقوم المنظمة بإرسال بريد إلكتروني إلى كافة مديري المحطات الميدانية في المنطقة؛ لمعرفة مَنْ قام بجمع هذا الطفيلي أو هذه الفراشة، وهو ما يساعد الباحث على أن يحدِّد المناطق التي سيزورها.

إن العديد من المحطات تتيح بياناتها عبر الإنترنت؛ وهو ما يُسهِّل على العلماء تحديد التوجهات. فالمحطة الميدانية «بلاك روك فورست» في كورنوول بنيويورك لديها بالفعل بيانات جويّة، وغيرها من بيانات الاستشعار البيئية، موضوعة على موقع إلكتروني للمشروع، وتخطِّط لإضافة بيانات عن الهيدرولوجيا، وأخرى عن نمو الأشجار، إلى جانب كافة منشوراتها البحثية، وذلك بحلول العام القادم، حسبما يقول بيل شوستر، المدير التنفيذي للمحطة.

تقوم البرامج البحثية المموَّلة من جانب الحكومة الفيدرالية بجمع البيانات على نطاق أوسع؛ وتجعلها متاحةً لوصول كافة الباحثين إليها. وتسعى «الشبكة القومية للرصد الإيكولوجي» إلى جمع الملاحظات الإيكولوجية في 106 من المواقع عبر الولايات المتحدة لمدة ثلاثين عامًا. وقد قامت بعمل بِنْيَة تحتية أساسية لذلك الغرض، مثل أبراج الاستشعار، وأكواخ المعدات في 24 موقعًا، وتأمل في إكمال كافة المواقع بحلول عام 2017، وذلك بتكلفة تبلغ 434 مليون دولار. وتقوم أجهزة الاستشعار بمراقبة الأحوال الجوية، وخصائص التربة في مواقع أرضية، ومستويات الحموضة والأكسجين والمغذيات في الجداول المائية. وستقوم طواقم العمل الميدانية بدراسة الكائنات الحية، وإطلاق طائرات مجهَّزة لالتقاط صور جوية عالية النقاء، ومسح الكساء النباتي. وفي أستراليا، تقوم «شبكة بحوث النظم الإيكولوجية الأرضية» TERN ـ ومقرها في سانت لوتشيا ـ بدور مماثل، حيث تجمع البيانات عن تبادل الغازات الدفيئة، ومواصفات التربة، والصوتيات الحيوية، والطقس في عشرة مواقع عبر البلاد.

تقوم كُلٌّ من «الشبكة القومية للرصد الإيكولوجي»، و»شبكة بحوث النظم الإيكولوجية الأرضية» بجَمْع بياناتها بطريقة موحدة؛ حتى يتمكّن الباحثون من عَقْد المقارنات على نطاقات إقليمية وقارِّيَّة. وبدون هذا الاتساق، «لن يكون بالإمكان معرفة ماذا يحدث عبر البلاد»، حسبما تقول سوزان لونج، الوسيط التنفيذي للمعارف في «شبكة بحوث النظم الإيكولوجية الأرضية»، التي تعمل على زيادة تأثير الشبكة في السياسات والممارسات البيئية في أستراليا.

يرى دايف تازيك ـ مدير قسم البيولوجي في «الشبكة القومية للرصد الإيكولوجي» ـ أنّ البيانات تكون مكمِّلة للعمل البحثي في مواقع ميدانية محددة؛ فمواقع المرصد تُعتبَر بمثابة مناطق تَحَكُّم، بينما يقوم الباحثون بالعمل في مناطق ◄

إلى البريّة

التخطيط هو مفتاح النجاح

إن أساسيات التخطيط لزيارة ناجحة إلى إحدى المحطات الميدانية لم تتغير. تأكَّدْ من الحجز مسبقًا.. فبعض المحطات تصبح كاملة العدد قبل الموعد بعام. فكِّرْ فيما إذا كان الطقس سيكون ملائمًا لعملك البحثي، أم لا. تقول سارة أوكتاي، مديرة محطة نانتاكيت الميدانية التي تُشغِّلها جامعة ماساتشوستس بوسطن: «أتاني أشخاص جاءوا للبحث عن أنواع من المحار، فقلت لهم: حسنًا، ستجدونها على عمق قدمٍ تحت طبقات الجليد».

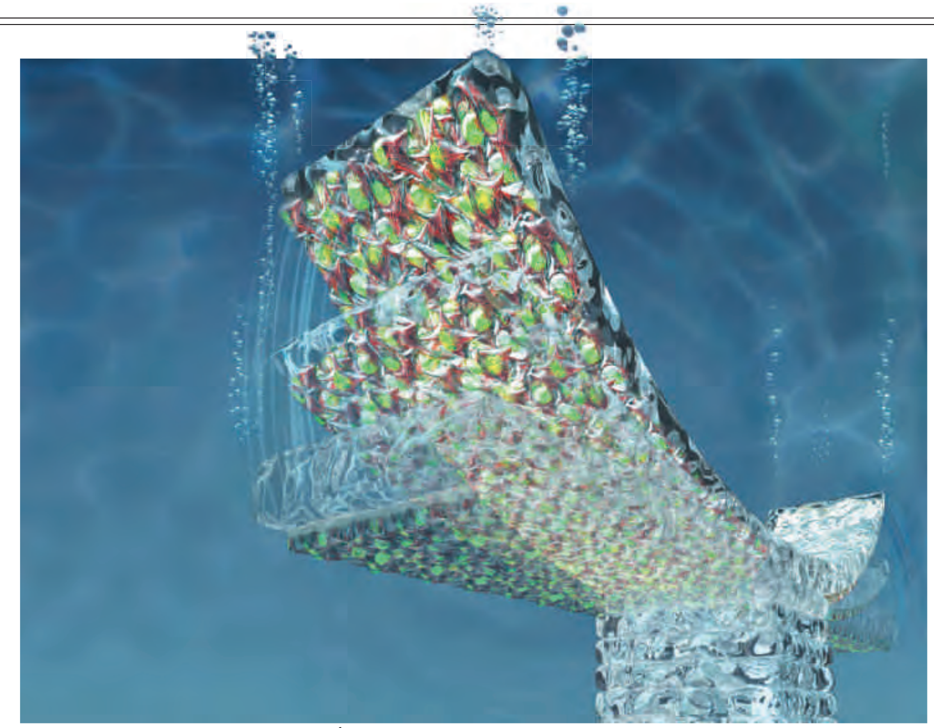
أَطْلِع المدير على نوع المعدات التي تحتاجها، واجْلِب معك أجهزة إلكترونيّة احتياطيّة. وإذا لم تكن المحطة بقرب مناطق مأهولة، لا تعتمد على كونك قادرًا على شراء بطاريات إضافية. وتَجَنَّبْ وضع جدول مزدحم، فغالبًا ما تكون تقديرات الباحثين للوقت الذي سيستغرقه العمل الميداني أقل من الواقع؛ فيضطرون إلى المغادرة، دون الحصول على بيانات كافية.

حالما تصل إلى الموقع، كُنْ منفتحًا على الفُرَص والحوار، حسبما ينصح إيان بيليك، مدير مختبرات روكي ماونتين البيولوجية، قرب كريستيد بوت في كولورادو. إن زيارة الموقع الميداني الخاص بعالِم آخر يدعم النقاشات الثريّة حول تعقيدات البيئية المحيطة، ويؤدي إلى نشوء توجهات بحثية جديدة؛ وهي خبراتٌ تفتقدها المختبرات أحيانًا، حيث يكون التركيز محصورًا في عدد من العمليات ذات الاهتمام.

أخرى. ويضيف: «ننظر إلى الأمر باعتباره «عمودًا فقريًّا من البيانات» للباحثين». وبإمكان العلماء التقدُّم بطلب لإضافة أجهزة الاستشعار الخاصة بهم إلى الأبراج الخاصة بشبكة الرصد. وبإمكان الباحثين وضع فرضيّات، بناءً على أبحاثهم بالمحطة الميدانية. قد يكون ذلك من خلال فحص كيفية استجابة النباتات للتغيرات المناخية؛ ومن ثم تحليل البيانات المتاحة مجانًا لدى المرصد؛ من أجل استكشاف ما إذا كانت اتجاهاتهم تثبت صحتها في نطاقات أوسع، أم لا.

تساعد المحطات الميدانيةُ العلماءَ ـ حاليًا أكثر من أي وقت مضى ـ على التطرق إلى أسئلة مهمة حول القضايا البيئية المُلِحّة، مثل تأثير التغير المناخي على الأنظمة البيئية. يقول بيليك: «بينما تتداعى هذه الأنظمة في الوقت الحالي، فإن التوقيت مناسب جدًّا لدراستها». ■

روبرتا كووك كاتبة علمية حرة في سياتل بواشنطن.



روبوت حيوي، مصنوع من هيدروجيل مطبوع بطابعة ثلاثية الأبعاد، ومزود بخلايا قلب فأر، تقوم بثني الجسر الكابولي عندما تنبض.

VINCENT CHAN/JANET SINN-HANLON/UNIV. ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN

تقنية

أدوات من الصفر

بإمكان الطباعة ثلاثية الأبعاد أن تساعد الباحثين على تصميم وإنشاء أجهزة بدون تكاليف باهظة.

نيل سافاج

يوجد لدى نيكولاي فاسيلييف هدف جريء.. فهو يريد أن يحسِّن الجراحات التي يتم إجراؤها داخل قلب نابض. فعندما لا يتم توقيف عمل القلب خلال الجراحة، فإن المضاعفات التي يعاني منها المريض تكون أقل، لكن التحكم في الأدوات الجراحية من خلال قسطرة تعمل داخل عضو متحرك ليس بالأمر الهيِّن.

لذلك.. قام فاسيلييف ـ جراح القلب في مستشفى بوسطن للأطفال في ماساتشوستس ـ مع زملائه بتطوير جهاز أسموه «كارديوبورت» Cardioport. تكوّنت النسخة الأولى منه من أنبوب بلاستيكي أبيض، له قبة شفافة في أحد طرفيه؛ لإبعاد الدم عن مساره. ويمكن للأطباء إدخال كافة أنواع الآلات الجراحية من خلال هذا الأنبوب القصير القاسي، لوضعها في أماكنها، وبإمكانهم وضع منظار داخل القبة لرؤية المنطقة. وتعمل صمامات على منع الهواء من التسرب إلى داخل القلب، ومنع الدم من التسرب خارجه.

كانت تلك الأداة مثيرة للإعجاب، رغم أنها نسخة أوّلية، خاصة مع العلم بأنه تم تطويرها من قِبَل طلابٍ في حصة دراسية للأجهزة الطبية في معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج. أمّا أكثر ما يثير الإعجاب، فهو أنهم صنّعوا هذا الجهاز باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد.

إن المادة البلاستيكية القاسية التي تنتجها الطابعة ليست معتمَدة للاستخدامات الطبية. يقول فاسيلييف: «على الأرجح، لن تستطيع أنْ تجرِّب استخدامها على المرضى، ولكنك تستطيع استخدامها بسهولة في التجارب على الحيوانات». لذلك.. قام الباحثون بتجربة هذا الجهاز على قلب خنزير، قبل أن يعيدوه مجددًا إلى لوحة التصميمات، حيث قاموا بتوسيع قناة الأنبوب؛ لتلائم مرور مجموعة أوسع من الآلات الجراحية، وقاموا بوضع كاميرا في طرف الأنبوب؛ لينهوا بذلك الحاجة إلى مرور منظار. وبعد أن نفذوا أربعة إصدارات باستخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد، طلبوا من إحدى ورشات العمل في الجامعة أن تصنع نموذجًا معدنيًّا. كانت النُّسَخ الأوَّلية البلاستيكية تتكلف حوالي 50 دولارًا أمريكيًّا للقطعة. أما الجهاز المعدني الذي تم تصنيعه، فيتكلف نحو 10 آلاف دولار. حصل فاسيلييف على براءة اختراع للجهاز، وهو يخطط لتقديمها إلى إدارة الغذاء والدواء الأمريكية؛ للحصول على الاعتماد.

يقول فاسيلييف: «لولا أنْ كانت لدينا الفرصة لاستخدام الطابعة ثلاثية الأبعاد، لكان من الصعب بمكان أنْ نقوم بتعديلات متعددة؛ للتوصل إلى التصميم النهائي. إنها وسيلة سريعة، وسهلة، ورخيصة، وقابلة لإعادة الإنتاج».

في ظل تحوُّل الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى أمر اعتيادي مألوف، تتيح هذه التقنية للباحثين توسيع أعمالهم بطرق مختلفة، واختبار صحة أفكارهم، بدون تخريب ميزانياتهم. يقول آدم ستوكس، مهندس النطاقات الدقيقة في جامعة إدنبرة بالمملكة المتحدة: «إنها تقلِّل من الوقت الضائع في التجارب غير الناجحة، وهو أمر جيد، لأنك بذلك تتمكن من تنفيذ العديد من التجارب بشكل أسرع». ويضيف قائلًا: «باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد، تستطيع أن ترتكب عدة أخطاء، وفي بعض الأحيان تكون الأخطاء سببًا في ذهابك إلى مسار مثير للاهتمام».

استخدم ستوكس الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لبناء روبوتات ليِّنة ومشغلات آلية باستخدام البوليمر المرن؛ لتصنيع «كافة أنواع الأشكال الغريبة والمثيرة التي لم يكن بالإمكان صنعها بأي طريقة أخرى»، حسبما يقول.

في الطليعة

إن الطباعة ثلاثية الأبعاد ـ التي تُعرف كذلك بالتصنيع المُضاف ـ تُنشئ الأشياء من خلال مراكَمة طبقات من المادة، بدلًا من القَطْع، أو النَّحْت، أو الطَّحْن لإزالة المادة، كما هو الحال في التصنيع التقليدي. هذا يؤدي إلى تلافي بعض القيود التي تفرضها الطرق المعتادة؛ فعلى سبيل المثال.. خلال عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد، يمكن تشكيل الجزء الداخلي من الشيء الذي يتم تصنيعه، بدون الحاجة إلى تمرير أداة إليه من الخارج. بعض الأجزاء يمكن صناعتها كقطعة واحدة، وهو ما ينهي الحاجة إلى قطع الربط أو الهياكل الداعمة، لكنّ هناك قيودًا.. فالعديد من آلات الطباعة ثلاثية الأبعاد الحالية تستطيع استخدام مادة واحدة فقط، ولا تنتج إلا قطعًا صغيرة نسبيًّا.

تَستخدم تلك الطابعات تقنيات متنوعة.. بعضها يستخدم منافث الرش؛ لبناء طبقات من المواد المستخدمة، مثل البلاستيك، أو الشمع، أو حتى الأغذية. وهناك أخرى تقوم بتسخين مسحوق معدني باستخدام أشعة الليزر؛ ليتم تلبيده؛ فيصبح قطعة معدنية، بينما هناك أخرى تعتمد على راتنجات، تتم معالجتها باستخدام أشعة فوق البنفسجية، أو بلاستيك يتم تسخينه وصهره بشكل انتقائي. وتتباين تكلفة هذه الطابعات ما بين عدة مئات من الدولارات إلى مليوني دولار، طبقًا للحجم والتقنية المستخدمة، ومستوى الدقة والمواد المستخدمة. العديد من الأنواع الأرخص تأتي في مجموعة أدوات مفكَّكة. وتَعْتَبِر شركة «وولر أسوشيتس» ـ وهي شركة للتحليلات الصناعية في فورت كولينز بكولورادو، وتقوم بتعقُّب سوق الطابعات ثلاثية الأبعاد حول العالم ـ أن 5 آلاف دولار هو الحد الفاصل بين أسعار آلات الطباعة للهواة، وتلك المصنَّعة للمستخدمين المحترفين من المستوى المهني.

يضع المهندس هود ليبسون ـ مدير مختبر الآلات المبدعة في جامعة كورنيل في إثاكا بنيويورك ـ تحليلًا بالقياس على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



LEE CRONIN/UNIV. GLASGOW

تُمَكِّن الطابعة ثلاثية الأبعاد العلماء من صناعة معدات متخصصة، وتُسهِّل إجراء التجارب.

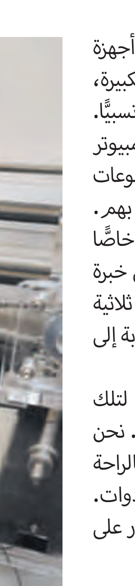
تاريخ الكمبيوتر. ففي خمسينات القرن الماضي، كانت أجهزة الكمبيوتر نادرة وغالية، وتمتلكها الجامعات والشركات الكبيرة، وكان استخدامها يتطلّب خبراء؛ للقيام بمهام بسيطة نسبيًّا. وبحلول السبعينات والثمانينات، ظهرت أجهزة الكمبيوتر الشخصية، وكان المتحمِّسون يقومون بتجميعها من مجموعات الأدوات، ويقومون بصياغة برامج التشغيل الخاصة بهم. والآن عمليًّا، أصبح كل شخص يحمل جهاز كمبيوتر خاصًّا في جيبه، ويقوم بكافة أنواع المهام، دون الحاجة إلى خبرة في البرمجة. يقول ليبسون إنه في حالة أجهزة الطباعة ثلاثية الأبعاد، يحدث الانتقال من الندرة والمحدودية والصعوبة إلى الشيوع والتنوع وسهولة الاستخدام بسرعة كبيرة.

يضيف قائلًا: «اعتدت أن أقول إننا في عام 1975 لتلك الطابعات. والآن، نحن بالفعل في منتصف الثمانينات. نحن ما زلنا بالفعل عند نقطةٍ، لا يشعر أغلب الناس فيها بالراحة في استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد لتصميم الأدوات. وأولئك الذين يستخدمونها يستطيعون أن يسهّلوا الأمور على أنفسهم، وأنْ يكونوا في الطليعة».

الآلات الدقيقة

استخدم رشيد بشير ـ عالِم تقنية النانو في جامعة إلينوي في أوربانا-شامبين ـ الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لإنشاء سلسلة من الروبوتات الحيوية biobots، تُعتبَر كل واحدة منها هيكلًا له جسر كابولي cantilever، وقاعدة لا يتجاوز طولها عدة ملّيمترات، وهي مصنَّعة من هيدروجيل مرن. قام بشير بتغليف الروبوتات الحيوية بخلايا من قلب فأر. وعندما تنبض خلايا القلب؛ تتسبب في انثناء الجسر الكابولي إلى الخلف والأمام؛ فتدفع بالجهاز إلى الأمام ببطء. وهو يأمل أن يقوم في يوم من الأيام بصنع إصدارات أخرى من الجهاز، تتضمن خلايا عصبية حسِّيّة، بإمكانها استشعار الجزيئات السامة في الجسم، وتوجيه الروبوتات الحيوية في اتجاه مصدرها؛ لتبدأ في إطلاق العقار.

يأمل بشير أنْ تؤدي أبحاثه في النهاية إلى نطاق كامل من الآلات البيولوجية، لكنّ هذا لن يكون ممكنًا بدون الطباعة ثلاثية الأبعاد، والمستوى العالي من التحكم في الشكل، ووضعيّة التكوينات الصلبة متناهية الصغر.. إلى آخِر ما تتيحه تلك الطابعات من تكنولوجيا متقدمة. ويضيف: «بدون الطباعة ثلاثية الابعاد لم نكن لنتمكن من صناعة أنواع الهياكل التي نريد تصنيعها». إن الطباعة ثلاثية الأبعاد ستتيح للباحثين كذلك بعض التقنيات المختبرية التي لم يكن بإمكانهم تحمُّل تكلفتها.



«أغلب الناس لا يشعرون بالراحة عند استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد لتصميم الأدوات. وأولئك الذين يستخدمونها يستطيعون أن يسهّلوا الأمور على أنفسهم».

هود ليبسون

يستخدم لي كرونين ـ عالِم الكيمياء في جامعة جلاسجو بالمملكة المتحدة ـ الطباعة ثلاثية الأبعاد في بناء أجهزة تقوم بإجراء التفاعلات الكيميائية بوضع كميات بالغة الدقة من العوامل المحفِّزة والكواشف الكيميائية. كما يَستخدِم الطابعة كروبوت حامل للسوائل، رخيص وسهل الضبط، وبذلك لا يحتاج إلى الاعتماد على الأنظمة الثابتة المكلفة التي تستخدمها شركات الأدوية. ويقول كرونين: «بإمكانك أن تنفِّذ أشياء متطورة، ولكنْ بأنظمة أيسر».

لقد عَرَّفَ كرونين عن الطباعة ثلاثية الأبعاد من خلال مشروع «Fab@Home»، وهو مشروع من المصادر المفتوحة، أطلقه ليبسون، يعتمد على تصميم قِطَع الطابعة التي يتم تجميعها ذاتيًّا. ويضم مختبره 12 طابعة، ثلاث منها تُعتبَر أنظمة تجارية متكاملة، وستٌّ منها تم تجميعها من معدات طباعة، وثلاث بُنيت من الصفر. يقول كرونين إن المشاركة المفتوحة للتصميمات والأفكار ـ إلى جانب المرونة التي توفرها الطباعة ثلاثية الأبعاد ـ سوف تسهِّل في النهاية توليف مجموعة واسعة من الجزيئات.

التعليم المجتمعي

إن العوائق أمام بدء استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد تُعتبَر منخفضة نسبيًّا. وينصح المهندس إد تاكيت ـ مدير المركز القومي للتقنيات السريعة في جامعة كاليفورنيا في إيرفين ـ الأشخاصَ المهتمين بتصنيع أدواتهم وأجهزتهم الخاصة بأنْ يحضروا محاضرات جامعية في برامج الرسم بمساعدة الحاسب الآلي، مثل برنامج «سوليد ووركس» SolidWorks، الذي يتضمن الطباعة ثلاثية الأبعاد.

يقول تاكيت إنه من المهم التأكد من وجود طابعة ثلاثية الأبعاد، متاحة ومستخدَمة في الدورة الدراسية، قبل الاشتراك فيها. وهناك كليّات عديدة من الكليات المجتمعيّة في الولايات المتحدة ـ التي غالبًا ما تقوم بتدريب فنيين؛ لتأهيلهم لوظائف في القطاع الصناعي ـ تقدِّم دورات دراسية في كيفية استخدام التقنية؛ فمثلًا تقوم كلية «جيت واي» GateWay المجتمعيّة في فينيكس بأريزونا بتضمين هذه الدراسة في برنامج «تقنية الإنتاج». كما أن مثل هذا التدريب غالبًا ما يكون متاحًا في نطاقات «الهاكرز» ـ وهي مجموعات أهلية تتبنَّى فكرة «اصنعها بنفسك»، وتسمح للناس بالعبث في التصميمات والمعدات الهندسية (انظر: *Nature* **499**, 509–511; 2013). وهناك قائمة بأسماء نطاقات «الهاكرز»، متاحة على الإنترنت على موقع: http://hackerspaces.org/wiki .

بإمكان الباحثين الذين لديهم احتياجات بسيطة تحميل تصميمات رقمية على مواقع تقدِّم خدمات عبر الإنترنت؛ فتقوم بطباعة التصميم؛ وشحن المنتَج النهائي إليهم. ومن هذه الخدمات: «شيب ويز» (Shapeways) في مدينة نيويورك، وهي شركة منبثقة عن شركة «رويال فيليبس إليكترونيكس». وهناك شركة أخرى، هي «ميك إكس واي زد» (Makexyz) في أوستن بتكساس، وهي تسمح لمستخدميها بالبحث عن خدمات محلية للطباعة ثلاثية الأبعاد، وتطلب عروض الأسعار. ولهذه المجتمعات مشاركون من أكثر من 50 دولة. وقد يفكر بعض العلماء في شراء وتجميع أجزاء طابعة، مقابل بضعة آلاف من الدولارات.

وقد افتتح نيل جيرشينفيلد ـ المهندس في معهد ماساتشوستس للتقنية ـ أول مختبر للتصنيع (Fab Lab)، وهو ورشة عمل للتصنيع فائق التقنية، حيث يتاح للناس الحصول على المساعدة والتدريب والمعدات للاستخدام العام. وهناك جامعات عديدة أنشأت مختبرات التصنيع الخاصة بها. على سبيل المثال.. يخطِّط ستوكس لافتتاح مختبر تصنيع في إدنبرة في هذا العام، وتقديم دورات أكاديمية كذلك. وقد أطلق جيرشينفيلد «الشبكة العالمية لمختبرات التصنيع»، وهي تسمح للمستخدمين بمشاركة التصاميم والبرمجيات، والتعاون في مشروعات قد تكون أكثر تعقيدًا بالنسبة إلى فريق منفرد. ويُدرِّس جيرشينفيلد للطلاب كيفية استخدام معدات الإنتاج المتنوعة التي يتم التحكم فيها بواسطة الكمبيوتر والبرمجيات المرتبطة بها، وذلك في دورة دراسية شهيرة بعنوان: «كيف تصنع (تقريبًا) أي شيء». وهناك نسخة منها متاحة عبر الإنترنت من خلال المقررات الإلكترونية المتاحة عبر الانترنت أيضًا، التابعة لمعهد ماساتشوستس للتقنية. كما سيقوم بتدريس نسخة أخرى من هذه الدورة من خلال الشبكة العالمية لمختبرات التصنيع في يناير.

يقول ليبسون إنّ الطباعة ثلاثية الأبعاد تُعَدّ من أدوات التمكين، مثلها في ذلك مثل الحواسيب الشخصية، وإنه ينبغي على العلماء الاستفادة من مختبرات التصنيع وخدمات الطباعة. ويتوقع أن يحدث توسُّع في استخدام مختبرات الطباعة ثلاثية الأبعاد بزيادة التطور التقني، وبتحسن البرمجيات المتحكِّمة في الطباعة، وبتنامي نطاق المواد المستخدمة، وبابتكار الباحثين تطبيقات مبدعة. ويضيف: «لديك هذه الحرية الكبيرة لترتيب المواد في ثلاثة أبعاد بأيِّ طريقة تريدها. وهناك أكثر من ألف طريقة مختلفة لاستخدام هذه (الطابعة) كأداة في المختبر». ■

نيل سافاج كاتب حر، يقيم في لوويل بماساتشوستس.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مشكلات تنفيذية مُعَلَّقَة بخصوص السفر عبر الزمن: فصل الربيع الدراسي

دورك يبدأ... الآن.

بقلم ماريسا لينجن

على الطالب أن يقدِّم حلًّا كتابيًّا معمليًّا/ميدانيًّا من ألفيّ كلمة لواحدة من المشكلات الخمس التالية. وسيُودِع الطالب هذا الحل في حساب المعلم بحلول منتصف الليل يوم العشرين من ديسمبر، بحيث يُتاح وقتٌ كافٍ للتصحيح، وفقًا للإطار الزمني الذاتي لـلمُعَلِّم. وأيّ طالب ينجح في استخدام جهاز مارلي للحصول على وقت إضافي لهذا الامتحان النهائي؛ سيُمنح 20 نقطة كرصيد إضافي على درجة المادة.

والطلاب الذين يقدمون أفكارًا بديلة للمشكلات التنفيذية المعلّقة فيما يخص السفر عبر الزمن ينبغي عليهم مقابلة المعلم؛ للحصول على موافقة بشأن هذه الموضوعات، قبل استكمال مشروع معملي/ميداني بديل (وذلك وفقًا لإطارهم الزمني الشخصي). وتُعطى النقاط بحسب الوضوح، والاتساق، وقابلية اختبار الأفكار. أمّا بالنسبة إلى الطلاب الذين لم يستكملوا بعد (بخصوص إطارهم الزمني الشخصي) برنامج «TE1148: مقاربات رياضية لمعايرة السفر عبر الزمن»، فيُرجى تدوين هذه الملاحظة في ملفاتكم. وعلى بقية الطلاب جميعًا إثبات الاتساق الزمني رياضيًّا.

1. التبادل الثقافي مع الأسلاف/السابقين. ينطوي على جمْع البيانات الخاصة بردود الأفعال غير البشرية على سلسلة من التحديات، بدايةً من أثر وجود المراقِب، وصولاً إلى التفاصيل العملية البسيطة. اكتب خطة لعرض عمل ثقافي، وليكن «ستارلايت إكسبريس» *Starlight Express* لأندرو لويد ويبر، على مجتمع غير بشري، كديناصورات الأباتوصور مثلًا. وضَعْ في الاعتبار عوامل معيّنة، مثل الاحتياجات الغذائية، كنزعة الأباتوصور إلى تناول الأطعمة النباتية، حتى ولو كانت تمثل جزءًا من وجبة.

2. نظرية الاصطفاف، انتظارًا لسياحة الاغتيال. إذا ظهر اثنا عشر مسافرًا عبر الزمن؛ لاغتيال هتلر في خضم حالة الفوضى التي تبعت محاولة بير هول لقلب نظام الحكم، فَلِمَنْ تكون الأسبقيّة؟ كيف يتأتّى لنا تعديل عوامل تحديد الأولويّات بشكل منصف وعملي لعصر النشأة، ومستوى القبول التاريخي، واستخدام أغراض المسار الزماني المكاني، وغيرها من العوامل المحوريّة؟ اضرب مثالًا واحدًا على الأقل.

3. تعديلات «معضلة الجدّ» المُقارَبَة. رغم أنه من المعلوم أن قوانين الطبيعة (راجع مبدأ نوفيكوف للاتساق الذاتي) تتدخل، بحيث تَحُول دون تدمير علماء الديناميّات الزمنية لأنفسهم، فإلى أيّ مدى تحديدًا يمكن للمرء أن يقترب من هذه القضايا؟ يُوصَى بِسُبُل مبتكرة؛ لتحديد مدى هذا القرب. أشرطة الأخطاء مهمة للغاية في تقرير هذا العمل الميداني. وثمة احتمالات لنشر التقرير ،كجزء من مشروع أكبر؛ فيُرجى استشارة المعلم.

4. إقحام نقطة تَفَرُّع: الأكوان الموازية، وتعدُّديّة العبث. رغم أن السفر ما بين المجموعات المتفرِّعة ما زال مستحيلًا (كما أننا لا نتوقع منك تغيير هذه الحقيقة في منهج للخريجين)، فما هي التغييرات الطفيفة، الكبيرة بالقدر الكافي، لفصل المجموعات المتفرِّعة؟ يجب أن تكون هناك إشارة خاصة إلى عمل «مُنَظِّري دوشامب لسفر داداوي عبر الزمن» Duchamp Theorists of Dada Time Travel، إما لدعم مزاعم العمل، أو لدَحْضها. وينبغي على الطلاب إجراء عمليات حسابية دقيقة جدًّا، وتشغيل اختياري غير واعٍ للمسار الزماني المكاني، لضمان القدرة على العودة إلى المسار الزمني الذي تُعقد فيه الدورة الدراسية. لن تُعطَى درجات في أيّ أطر زمنية لا تُعقد فيها الدورة الدراسية، أو تُعطَى فيها الدورة الدراسية من معلِّم مختلف. وستُمنع الدرجات أيضًا من جميع الحلول التي تستند إلى قياس جوديل Gödel. حقيقة الأمر هي أنني لستُ بحاجة إلى تكرار ذلك كل فصل دراسي. ومن المفترض أنكم تعلمتم جيدًا من خلال مادة TE600.

5. حساب الوجهات النهائية لتغيرات طفيفة خارج التدخُّل الجوهري للتاريخ. سيتطلب هذا المشروع عدة أمثلة للمقارنة، بما في ذلك التدخلات المبكرة في مرحلة الطفولة، والتدخل المبكر خلال المشوار المهني، والإلهام المتأخر الذي تَحَقَّق لعلماء وفنانين بارعين مجهولين، وغيرهم من الرموز المهمة. ستُمنَح درجات إضافية، نظير إحداث التغير الطفيف الذي من شأنه أن يتفرَّع إلى المجالات التي تثير اهتمام المعلِّم، على سبيل المثال.. السفر خارج المجموعة الشمسية. ولا يمانع المعلم من التعامل مع المتملِّقين، شريطة أن يكونوا متملقين أكفاء.

يجب أن تتم جميع رحلات السفر عبر الزمن في إطار حلقة فيسر-رومان Visser-Roman. وأيّ طالب يخالِف التناظر متعدد الأضلاع لأغراض هذه الدورة سيتم الإبلاغ عنه لعميد الطلاب؛ مما قد يترتب عليه تبعات وخيمة، من بينها ـ على الأرجح ـ الطرد من الجامعة. فالتناظر مسألة جادة جدًّا.

ملاحظة: أيّ طالب يودّ أن يُجْرِي تجربة تنضوي تحت لواء المجال الفرعي «الآثار المحفِّزة للدكتاتوريات الصغيرة» سيُطلب منه ملء النموذج «J12/753: إجراء تجارب على مجموعات بشرية»، وإثبات استكمال المنهج الدراسي «TE1120: أخلاقيات الصدمة السكانية للمسافرين عبر الزمن»، (بحسب إطارهم الزمني الشخصي). وتجب الموافقة مسبقًا على هذه التجارب من قِبَل المعلِّم، كما يتعين وجود معلِّم أو باحث مساعد خلال إجراء هذه التجارب في كل الأوقات.

الطلاب الذين يرغبون في إجراء تجارب على ذواتهم في الماضي، يجب عليهم ملء النموذج «J15/753: التخلي عن نماذج بروتوكول التجارب البشرية». ويرجى إحضار ثلاثة نماذج على الأقل، لإثبات أنّ ذاتك السابقة مطابِقة تمامًا لذاتك الحالية؛ لكي تحظى بالأهلية. أما الطلاب الذين يرغبون في إجراء تجارب على ذواتهم المستقبلية، فينبغي عليهم الرجوع إلى مكتب الخدمات الاستشارية الطلابية؛ للحصول على نموذج «J27/753: التخلي عن نماذج بروتوكول التجارب البشرية – حالة خاصة: استشارات مهنية».

مواعيد عمل المكتب هي: (يوم الاثنين من 10-11 صباحًا)، وسيستمر العمل عبر عُقدة زمنية، لحين تلبية احتياجات جميع الطلاب. وإذا لاحظت وجود أكثر من أربعة من زملائك أمامك، فرجاءً.. أَحْضِر شرابًا من مشروبات الكافيين لمعلمك، لأن اليوم سيكون طويلًا.

هناك أهمية كبيرة لِدقّة الهجاء والقواعد النحوية. والغفلة عن التفاصيل من شأنها أن تفضي إلى موت المسافر عبر الزمن. تَحَقَّقْ من عملك.. ثم تَحَقَّقْ من عمل أصدقائك، ومن ثم تَحَقَّقْ من عمل خصومك، و أَعِد التَّحَقُّق من عمل خصومك مرة أخرى.

هذه دورة معمليّة/ميدانية. ويجب أن تحوي جميع المشروعات مكوِّنًا من مكونات السفر، بشرط أنْ يكون واقعيًّا، وليس افتراضيًّا فحسب. ورغم أنه لا بأس من تعديل الصمامات المكانيّة المنظِّمة وغيرها من المعدات الحيوية، فهي خارج إطار هذه الدورة، التي قُصِدَ منها في الأساس أنْ تكون منهجًا للتدريب العملي. ■

نشرت ماريسا لينجن ما يربو على تسعين قصة قصيرة في منابر عدة «أنالوج» *Analog*، و«عالَم جيم باين» *Jim Baen's Universe*، و«خيال آيون العلمي التأمُّلي» *Aeon Speculative Fiction*.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

JACEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث
تنمو
المعرفة